Francisco Cabeza Mayorgas

MORFOLOGÍA VEGETAL

CORMÓFITOS

UNIVERSITAS

ERSITAS EDITORIAL

FRANCISCO CABEZA MAYORGAS

MORFOLOGÍA VEGETAL
(CORMÓFITOS)

UNIVERSITAS

Badajoz
2010

Quedan rigurosamente prohibidas, sin la autorización escrita de los titulares del "copyright", bajo las sanciones establecidas en las leyes, la reproducción parcial o total de esta obra por cualquier medio o procedimiento, comprendidos la reprografía y el tratamiento informático.

© Autor:
Francisco Cabeza Mayorgas

© Ilustraciones:
Francisco Cabeza Mayorgas

UNIVERSITAS EDITORIAL

Avda. Ramón y Cajal, 11 • 06001 BADAJOZ
Telf.: 924 24 58 56
www.libreriauniversitas.es

I.S.B.N.: 978-84-88938-87-9
Depósito Legal: BA-339-2010

Imprime:
Tajo Guadiana ~Artes Gráficas~
Pol. Ind. "El Nevero", Embasa 9
Teléfono: 924 27 46 56 • Fax: 924 27 68 01
06006 Badajoz

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mi amigo el Dr. D. Juan Antonio Devesa Alcaraz por su interés, constancia y acertadísimos consejos y, porque, a pesar de sus múltiples compromisos, siempre encontró un hueco para revisar la evolución de este trabajo. Sin los cuales y sin sus palabras de ánimo, no hubiera sido posible llevar a buen término esta obra.

A mis amigos y antiguos compañeros de la Universidad de Extremadura: Dra. Dª Ana Ortega Olivencia, Dra. Dª Trinidad Ruiz Téllez, Dra. Dª Josefa López Martínez, Dr. D. Rafael Tormo Molina y Dr. D. Tomás Rodríguez Riaño, que, con su gran experiencia, siempre estuvieron dispuestos a resolver mis dudas y a aconsejarme las mejores opciones ante los escollos con los que me iba encontrando.

A mis amigos y compañeros del I.E.S. San José de Badajoz: Dª Alberta Álvarez Moreno, D. Juan Antonio de la Cruz Corrales, D. Gonzalo Martín Llamazares, D. Daniel Amaro de Tena Dávila, D. Andrés Romero Teodoro y D. Francisco Javier Martínez Gómez, por su más que probada paciencia ante los muchos y arduos "expriments" que hicimos en reprografía con las plantas al "natural".

Para todos, mi más sincero agradecimiento.

Francisco Cabeza Mayorgas

A mis tres "mujeres":

Gloria, Irene y Ana, por las muchas horas que me he visto privado de su compañía, dedicadas a la elaboración de este trabajo.

PRÓLOGO

Vivimos en un mundo cambiante, que nuestra especie ha contribuido como ninguna otra a transformar. La explotación sin límites del Planeta hace que cada día desaparezcan miles de hectáreas de bosques vírgenes en algunas regiones tropicales, en una progresión que parece no tener fin y que a la larga comportará una notable transformación de los ecosistemas, y la pérdida de numerosas especies. Es una historia vieja, que ya conocemos quienes vivimos en otras partes del Globo que han pasado por un proceso similar, y que todavía continúa...

Se impone, pues, el estudio de la biodiversidad y, sobre todo, el respeto y la protección de los seres que nos acompañan en la aventura de la vida. Pero para ello hay que conocerlos primero, y describirlos antes de que sea demasiado tarde. Y cuando lo hacemos, cuando nos adentramos en el conocimiento de sus estructuras y modos de vida, descubrimos que su diseño biológico es extraordinariamente variado. Las plantas no son, desde luego, una excepción.

Hace ya unos doce años que conocí al autor de esta *Morfología Vegetal*. Su gran interés por la Botánica nos puso en contacto, y propició que se integrase en nuestro equipo de investigación en la Universidad de Extremadura. Durante años compaginó su trabajo como Profesor de Enseñanza Secundaria con la elaboración de este libro, en una labor incesante que se ha prolongado hasta ahora y que ve al fin su recompensa.

No es común que en una persona pueda darse la doble condición de estudioso de la Botánica y buenas aptitudes para el dibujo, pero en este caso así sucede. Y no hay mejor combinación para la comprensión de la diversidad morfo-estructural de las plantas que aunar ambas cualidades con tal finalidad. El resultado es la obra que el lector tiene en sus manos, profusamente ilustrada, donde los órganos de las plantas, tanto los vegetativos como los reproductores, son descritos e ilustrados de manera detallada, ya sea en sus expresiones más comunes como en las modificaciones más extremas como consecuencia de la adaptación a las variadas condiciones del medio.

Con mucha frecuencia, quienes nos dedicamos a la enseñanza de la ciencia de los vegetales en sus diferentes niveles, hemos podido percibir la enorme dificultad que entraña para el alumno la comprensión de la exuberante terminología

botánica que hemos de utilizar, del todo imprescindible para describir la extraordinaria variabilidad morfológica y estructural que presentan. Como en todas las ciencias, también aquí la comunicación es una herramienta fundamental, y sólo cuando las descripciones de cuanto vemos se acompañan de documentación gráfica es cuando podemos tener del todo garantizada su comprensión. Esta es la apuesta de este excelente y metódico libro que, sin duda, va a ser de gran utilidad no solo para los docentes, sino también para todos aquellos amantes y estudiosos de las plantas, ya sea como vocación o por profesión.

Su estructuración sigue un discurso lógico y progresivo. A la descripción de las principales partes de las plantas, y de sus hábitos y forma de vida, sigue la descripción pormenorizada de la raíz, del tallo, de las hojas, de las flores y sus diversas partes, y de los frutos y las semillas. Pero hay aspectos dinámicos que también han sido abordados, como la formación de los gametos, la polinización y los mecanismos de dispersión de las semillas.

En suma, para quienes nos dedicamos a la Botánica, una obra de este tipo ocupa siempre un sitio preferente en nuestros lugares de trabajo, para consulta permanente, y estoy seguro de que así va a ser también para otros estudiosos de los vegetales, que encontrarán aquí las respuestas a muchas de las dudas que plantea la observación de estos organismos con la resolución que merecen.

Juan Antonio Devesa Alcaraz
En Córdoba, a 29 de abril de 2010
Catedrático de Botánica
Universidad de Córdoba

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN 21

CAPÍTULO I. GENERALIDADES 23
1.- FORMAS BIOLÓGICAS DE RAUNKJAER 23
Fanerófitos 23
Caméfitos 23
Hemicriptófitos 24
Criptófitos o Geófitos 24
Terófitos 24
2.- EL INDUMENTO EN LAS PLANTAS 25
A.- Tricomas 25
B.- Emergencias 27
3.- CONSTITUCIÓN DE UNA PLANTA TIPO 29
A.- Órganos vegetativos 30
B.- Órganos reproductores 31

CAPÍTULO II. LA RAÍZ 33
1.- ESTRUCTURA DE LA RAÍZ 33
A.- Estructura externa 33
B.- Estructura interna 34
1.- Estructura primaria 34
2.- Estructura secundaria 36
2.- TIPOS DE RAÍCES SEGÚN EL MEDIO AMBIENTE 37
A.- Terrestres 37
B.- Acuáticas 37
C.- Aéreas 37
3.- TIPOS DE RAÍCES SEGÚN SU FORMA 37
4.- TIPOS DE RAÍCES SEGÚN SU ORIGEN 39
A.- Normales 39
B.- Adventicias 39
5.- MODIFICCIONES DE LAS RAÍCES 40

CAPÍTULO III. EL TALLO 41
1.- ESTRUCTURA DEL TALLO 41
A.- Estructura externa 41
B.- Estructura interna 42
1.- Estructura primaria 44

A.- Aéreos 48
B.- Acuáticos 48
C.- Subterráneos 49
1.- Rizomas 49
2.- Tubérculos 50
3.- Bulbos 50
3.- TIPOS DE TALLOS SEGÚN SU CONSISTENCIA 52
A.- Herbáceos 52
B.- Leñosos 52
C.- Sufruticosos 53
D.- Fistulosos 53
4.- TIPOS DE TALLOS SEGÚN LA FORMA DE CRECIMIENTO 54
A.- Erectos 54
B.- Decumbentes 54
C.- Rastreros 54
D.- Trepadores 55
5.- TIPOS DE TALLOS SEGÚN SU CONTORNO 56
A.- Cilíndricos 56
B.- Trígonos 56
C.- Tetrágonos 56
D.- Pentágonos 56
6.- TIPOS DE RAMIFICACIÓN EN LOS TALLOS 58
A.- Indivisos 58
B.- Ramificados 58
1.- Ramificación lateral 58
2.- Ramificación terminal 58
7.- MODIFICACIONES QUE PRESENTAN LOS TALLOS 60
A.- Plantas acaules 60
B.- Espinas caulinares 60
C.- Zaracillos caulinares 61
D.- Tallos suculentos 63
E.- Platíclados 64
F.- Tallos alados 64

CAPÍTULO IV. LA HOJA 67
1.- ESTRUCTURA DE LA HOJA 67
A.- Estructura externa 67
B.- Estructura interna 68
2.- TIPOS DE HOJAS SEGÚN LA COMPLEJIDAD 72
A.- Simples 72
B.- Compuestas 73
1.- Palmaticompuestas 73

2.- Pinnaticompuestas 73
a.- Imparipinnadas 73
b.- Paripinnadas 73
3.- TIPOS DE HOJAS SEGÚN LA FORMA DEL LIMBO 76
4.- TIPOS DE HOJAS SEGÚN LA FORMA DEL MARGEN 80
5.- TIPOS DE HOJAS SEGÚN LA NERVADURA 84
6.- TIPOS DE HOJAS SEGÚN LA FORMA DEL ÁPICE..... 85
7.- TIPOS DE HOJAS SEGÚN LA FORMA DE LA BASE 87
8.- TIPOS DE HOJAS SEGÚN LA DISTRIBUCIÓN EN EL TALLO... 89
9.- TIPOS DE HOJAS SEGÚN LA INSERCIÓN EN EL TALLO 95
10.- TIPOS DE HOJAS SEGÚN LA FORMA DE PLEGARSE 98
11.- MODIFICACIONES QUE PRESENTAN LAS HOJAS 99
A.- Espinas foliares 100
B.- Zarcillos 100
C.- Vainas 101
D.- Estípulas 102
E.- Aurículas 104
F.- Lígulas 105
G.- Filodios 106
H.- Brácteas 107
I.- Catáfilos 110
J.- Otras modificaciones 111
12.- TIPOS DE VERNACIÓN 112

CAPÍTULO V. LA FLOR 115
1.- ESTRUCTURA DE LA FLOR 115
A.- Estructura externa 115
1.- Verticilos estériles 116
2.- Verticilos fértiles 116
B.- Estructura interna 116
1.- Estructura de un estambre 116
2.- Estructura de un gineceo 118
2.- EVOLUCIÓN DE UNA HOJA CARPELAR 120
3.- TIPOS DE GINECEOS SEGÚN DISPOSICIÓN DE CARPELOS . 121
A.- Monocarpelar 121
B.- Policarpelar 121
4.- TIPOS DE PLACENTACIÓN 123
A.- Parietal 123
B.- Axial 123
C.- Central 124
5.- POSICIÓN DE LOS PRIMORDIOS SEMINALES 125
6.- TIPOS DE FLORES SEGÚN LA POSICIÓN DEL GINECEO 126

A.- Flor hipógina 126
B.- Flor epígina 126
C.- Flor perígina 126
7.- TIPOS DE ESTILOS 129
8.- TIPOS DE ESTIGMAS 133
9.- TIPOS DE ANDROCEOS SEGÚN EL NÚMERO DE ESTAMBRES 135
10.- TIPOS DE ESTAMBRES SEGÚN SU POSICIÓN RELATIVA 137
11.- TIPOS DE ANDROCEOS SEGÚN TAMAÑO DE ESTAMBRES ... .138
12.- TIPOS DE ESTAMBRES SEGÚN EL PUNTO DE INSERCIÓN 139
13.- TIPOS DE ESTAMBRES SEGÚN SU CONCRESCENCIA 140
14.- TIPOS DE ESTAMBRES SEGÚN SU FORMA 141
15.- TIPOS DE ANTERAS SEGÚN SU INSERCIÓN 143
16.- TIPOS DE ANTERAS SEGÚN SU ORIENTACIÓN 144
17.- TIPOS DE ANTERAS SEGÚN SU DEHISCENCIA 144
18.- TIPOS DE FLORES SEGÚN SU SEXUALIDAD 145
19.- TIPOS DE PLANTAS SEGÚN SU SEXUALIDAD 149
20.- TIPOS DE FLORES SEGÚN LA PRESENCIA DE PERIANTO ..150
A.- Diclamídeas 151
B.- Monoclamídeas 152
1.- Asépalas 152
2.- Apétalas 152
C.- Aclamídeas 154
21.- TIPOS DE FLORES SEGÚN LAS PIEZAS DEL PERIANTO 156
A.- Monómeras 156
B.- Dímeras 156
C.- Trímeras 157
D.- Tetrámeras 158
E.- Pentámeras 158
F.- Hexámeras 158
22.- TIPOS DE FLORES SEGÚN LA SIMETRÍA 159
A.- Actinomorfas 160
B.- Zigomorfas 161
C.- Asimétricas 162
23.- TIPOS DE FLORES SEGÚN LA COROLA 163
A.- Gamopétalas-actinomorfas 163
B.- Gamopétalas-zigomorfas 165
C.- Dialipétalas-actinomorfas 167
D.- Dialipétalas-zigomorfas 169

24.- TIPOS DE CÁLICES SEGÚN DIVERSOS ASPECTOS 171
25.- DIAGRAMA FLORAL Y FÓRMULA FLORAL 176
A.- Diagrama floral 176
B.- Fórmula floral 177
26.- TIPOS DE PREFLORACIÓN O ESTIVACIÓN 181
A.- Abierta 181
B.- Valvar 181
C.- Imbricada 181
1.- Coclear 181
a.- Vexilar 181
b.- Carinal 182
2.- Contorta 182
a.- Dextrocontorta 182
b.- Levocontorta 182
3.- Quincuncial 182
4.- Imbricada. 182
27.- DISPOSICIÓN DE LAS FLORES EN LA PLANTA 183
A.- Aisladas 183
B.- Agrupadas 183
1.- Características de una inflorescencia 183
2.- Estructura de una inflorescencia 184
3.- Consideraciones generales sobre las inflorescencias 184
4.- Tipos de inflorescencias 185
28.- POLINIZACIÓN.....211
A.- Autogamia 211
B.- Alogamia 212
1.- Cuando son plantas dioicas 212
2.- Cuando existe dicogamia 212
3.- Cuando existe hercogamia 213
4.- Cuando existe autoesterilidad 213
C.- Anemogamia 214
D.- Zoogamia 214
1.- Quiropterófilas 214
2.- Malacófilas 214
3.- Ornitófilas 214
4.- Entomófilas 215
a. Flores miófilas 215
b. Flores melitófilas 215
c. Flores cantaridófilas 216
d. Flores psicófilas 216
E.- Polinización artificial 216

29.- FECUNDACIÓN 217
A.- Germinación del polen 217
B.- Fecundación 218
1.- Fecundación en Angiospermas 219
2.- Fecundación en Gimnospermas I 219
3.- Fecundación en Gimnospermas II 221
C.- Formación del embrión 225
1.- En Angiospermas 225
2.- En Gimnospermas 226
D.- Formación del endosperma secundario 230

CAPÍTULO VI. EL FRUTO 231
1.- ESTRUCTURA DEL FRUTO 231
2.- TIPOS DE DEHISCENCIA EN LOS FRUTOS 234
A.- Indehiscentes 234
B.- Dehiscentes 234
3.- TIPOS DE FRUTOS 239
A.- Frutos simples-secos-indehiscentes-nuciformes 240
B.- Frutos simples-secos-indehiscentes-fragmentables 243
C.- Frutos simples-secos-dehiscentes 246
D.- Frutos simples-carnosos-indehiscentes 251
E.- Frutos simples-carnosos-dehiscentes 255
F.- Frutos compuestos-colectivos 255
G.- Frutos compuestos-complejos 259
H.- Infructescencias 261
I.- Pseudofrutos 263

CAPÍTULO VII. LA SEMILLA 267
1.- ESTRUCTURA DE LA SEMILLA 269
A.- Estructura externa 269
B.- Estructura interna 271
1.- Estructura interna en monocotiledóneas 271
2.- Estructura interna en dicotiledóneas 274
2.- PROCESO DE GERMINACIÓN DE LA SEMILLA 279
A.- Germinación 279
B.- Condiciones para la germinación 279
1.- Condiciones internas o intrínsecas 280
2.- Condiciones externas o extrínsecas 280
C.- Impedimentos a la germinación 281
1.- La impermeabilidad de la testa 281
2.- La dureza de la cubierta seminal 282
D.- Período de latencia 282

E.- Longevidad de las semillas 283
3.- TIPOLOGÍA DE LAS PLÁNTULAS 284
4.- DISPERSIÓN DE LAS DIÁSPORAS 289
A.- Anemocoria 289
1.- Plananemocoras 289
2.- Boleoanemocoras 292
3.- Geoanemocoras 292
B.- Zoocoria 292
1.- Endozoocoras 292
a.- Ornitocoras 294
b.- Quiropterocoras 294
c.- Saurocoras 294
d.- Eleosomozoocoras 294
e.- Diszoocoras 295
2.- Epizoocoras 296
3.- Zoobalocoras 297
C.- Hidrocoria 298
1.- Nautohidrocoras 298
2.- Ombrohidrocoras 299
3.- Ombrobalocoras 299
D.- Autocoria 300
1.- Boleoautocoras 300
2.- Herpautocoras 301
3.- Geoautocoras 301
E.- Antropocoria 302

ANEXO 303

GLOSARIO 305

BIBLIOGRAFÍA 335

INTRODUCCIÓN

Con este libro se ha pretendido proporcionar al no iniciado y, sobre todo, a los estudiantes de Ciencias Biológicas, una herramienta con la cual afiancen y amplíen sus conocimientos de Botánica, que, en no pocos casos, se hallan disminuidos debido a que los programas educativos previos han ido restringiendo paulatinamente en los últimos años; con lo cual el futuro estudiante se encuentra con un desfase significativo frente a los estudios universitarios.

Al elaborar este libro se ha procurado que sea claro, cercano, manejable y, sobre todo, didáctico y cargado de imágenes; las cuales, por sí solas, permiten prescindir del excesivo texto que se requeriría para describirlas. Para conseguirlo se han utilizado, en la mayoría de los casos, ejemplos cotidianos existentes en cualquier parque o en las proximidades de nuestro entorno. En las ilustraciones se intenta resaltar lo esencial del mensaje y algún detalle o ampliación que facilite su reconocimiento.

La manera de usar este libro, además de utilizarlo como cualquier otro para consulta o estudio, pretende ser una guía práctica para el análisis morfológico de ejemplares naturales, con el fin de que los estudiantes adquieran conocimientos, dominio y soltura en el vocabulario botánico, antes de abordar el paso siguiente que sería la determinación específica de los ejemplares con las claves taxonómicas de Botánica. De esta manera el empleo posterior de dichas claves taxonómicas les será mucho más productivo dado que se evitarán muchas de las frecuentes consultas en los diccionarios especializados.

Para facilitar este análisis morfológico se propone, en un anexo final, un modelo de ficha de trabajo que puede adaptarse a las diferentes circunstancias. En la ficha propuesta se ha seguido el orden de materias del libro, pero en algunos casos concretos puede convenir analizar unos elementos antes que otros, en función de la muestra analizada, de la idoneidad de sus órganos, así como la presencia o ausencia de algunos de ellos, ya que, a veces, los ejemplares analizados no poseen todos sus órganos en el momento en que los estamos analizando.

Si con este humilde trabajo se consigue aproximar un poco más las personas al mundo vegetal, del cual todos los seres vivos dependemos totalmente, y, sobre todo, si he contribuido a que se conozca, se respete y se ame, me doy por muy satisfecho.

El autor.

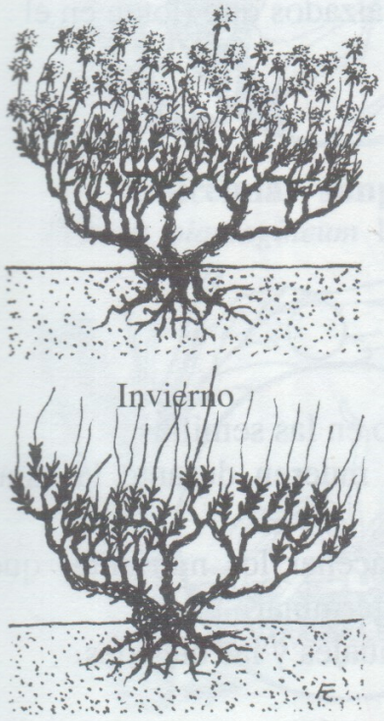
CAPÍTULO I
GENERALIDADES

1.- FORMAS BIOLÓGICAS DE RAUNKJAER

Según la situación y la protección de las yemas de renovación durante la estación desfavorable (fría o seca), se distinguen las siguientes formas:

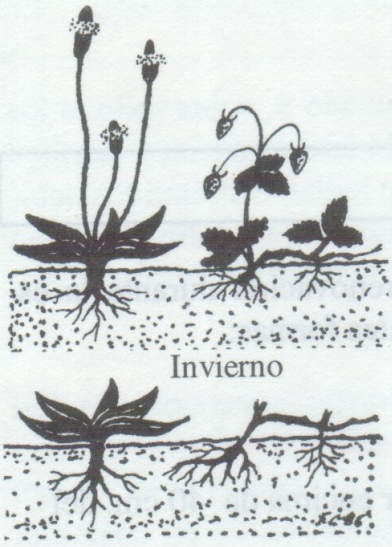
FANERÓFITOS

- Yemas de renovación por encima de 40 cm. del suelo aproximadamente.
- Plantas visibles todo el año.
- Invernan por encima de la capa de nieve.
- Algunas mantienen los órganos foliares aún con el frío.
- Se incluyen los árboles y los arbustos.



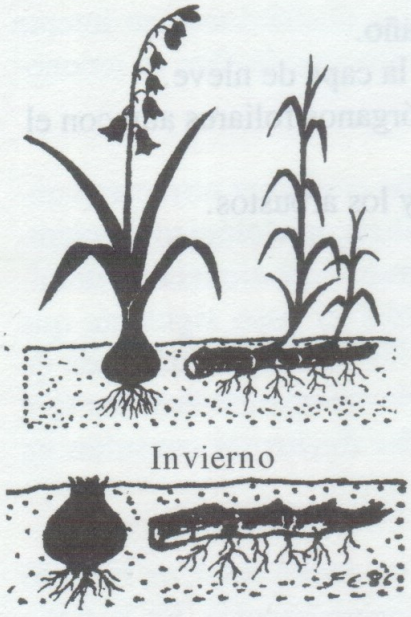
CAMÉFITOS

- Yemas de renovación entre los primeros 40 cm. del suelo aproximadamente.
- Yemas protegidas por la nieve durante el invierno, y dispuestas a la asimilación al empezar la estación favorable.
- Se incluyen matillas leñosas almohadilladas, decumbentes o reptantes.



HEMICRIPTÓFITOS

- Yemas de renovación a ras del suelo.
- Yemas protegidas por la nieve o la hojarasca.
- Se incluyen muchas gramíneas, las plantas estoloníferas y plantas con los órganos foliares en **roseta.**



CRIPTÓFITOS o GEÓFITOS

- Yemas de renovación bajo el nivel del suelo.
- Las plantas se "ocultan" (criptos) durante la estación desfavorable (fría o seca).
- Se incluyen las plantas rizomatosas y bulbosas; también hidrófitos no enraizados que flotan en el agua.

TERÓFITOS

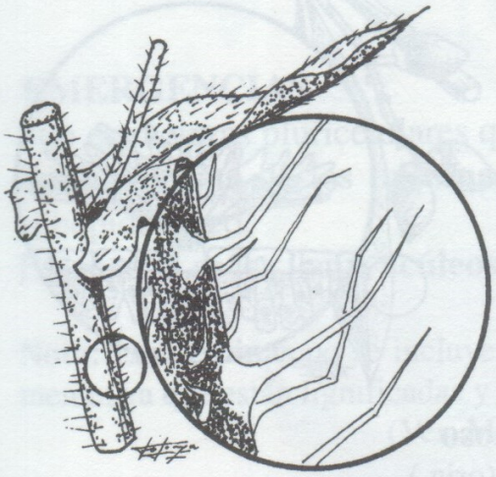
- Yemas de renovación sólo en las semillas.
- Sus órganos vegetativos mueren durante la estación desfavorable.
- Las semillas suelen almacenar los nutrientes que necesita el embrión para germinar.
- Se incluyen las plantas anuales y las bienales.

2.- EL INDUMENTO EN LAS PLANTAS

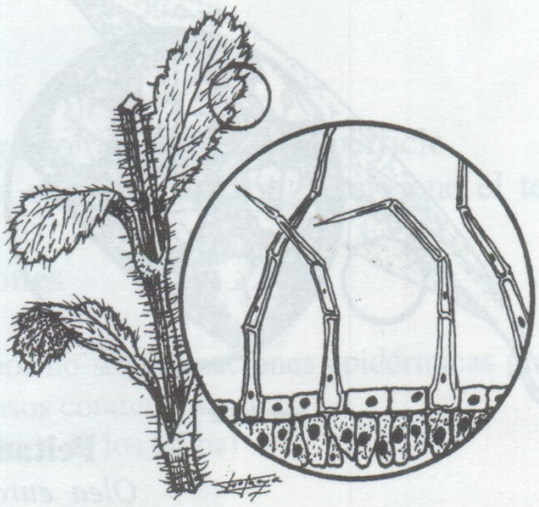
La superficie de las plantas puede estar cubierta de diversas estructuras como:

A.- TRICOMAS

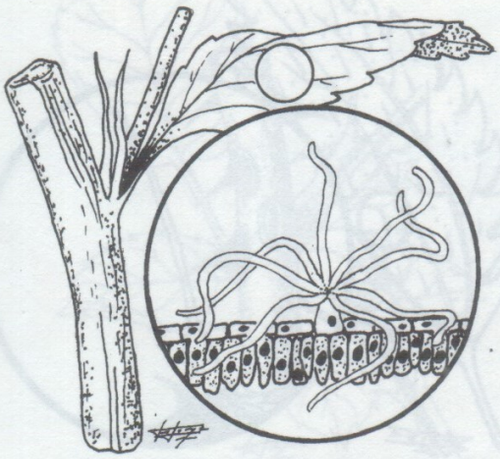
- Los **tricomas** son excrecencias epidérmicas en la superficie de los vegetales.
- Abarcan desde estructuras muy simples hasta muy complejas.
- Las formas más comunes son los "pelos"o estructuras alargadas semejantes a hebras o cerdas. Cuando una planta carece de ellas se dice que es **glabra**.
- Están formados exclusivamente de células epidérmicas.
- Están relacionados con las condiciones ambientales.
- Varían con la edad y la zona de la planta que los posee.
- Cumplen funciones muy diversas, como: absorción, transpiración, protección, reflexión de la luz, secreción, refrigeración, sensitiva, dispersión, etc.



Unicelular simple
Echium plantagineum L. (orig.).

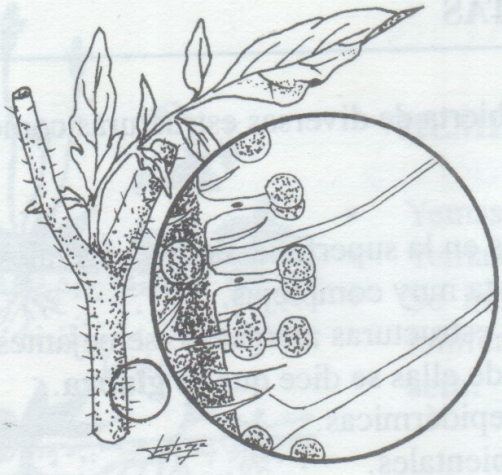


Pluricelular uniseriado
Sideritis hirsuta L. (orig.).



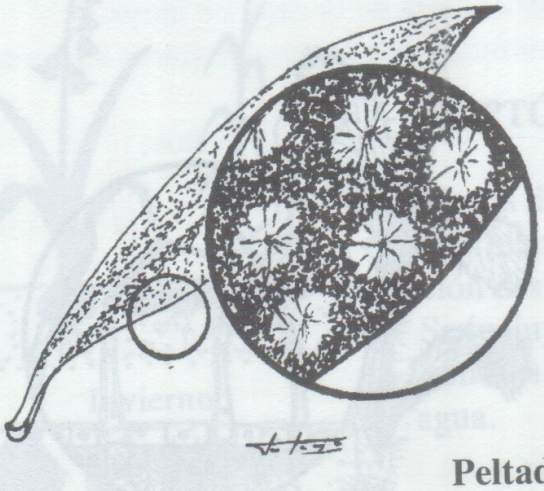
Estrellado
Sida rhombifolia L. (orig.).

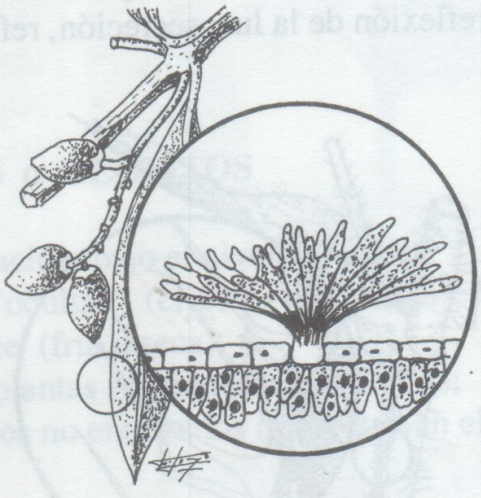
Ramificado
Platanus hispanica Miller (orig.).



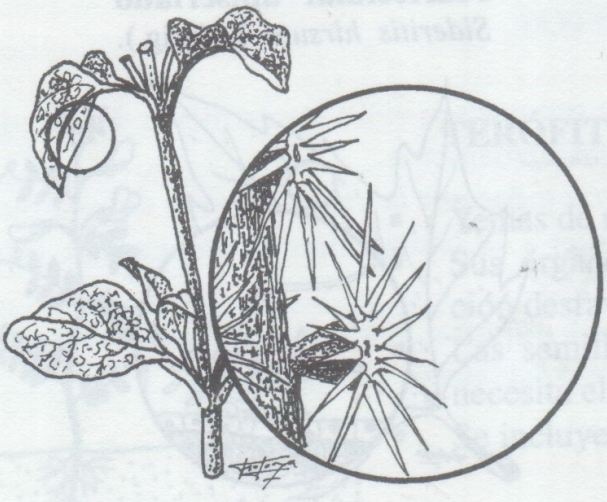
Glandulífero
Lycopersicum sculentum Miller (orig.).

Peltado navicular
Astragalus hamosus L. (orig.).





Peltado escamoso
Olea europaea L. (orig.).



Estrellado escamoso
Cistus crispus L. (orig.).

Urticante
Urtica dioica L. (orig.).

Pelos gloquidiados
Torilis arvensis Hudson Link (orig.).

Retrorsos
Galium aparine L. (orig.).

Todos los anteriores son diversos tipos de **tricomas**. Muy aumentados (orig.).

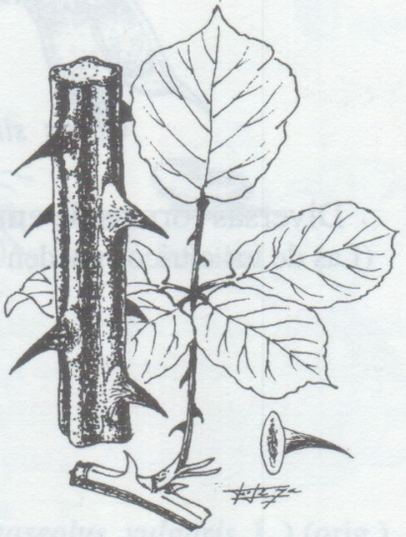
B.- EMERGENCIAS

- Son estructuras pluricelulares que emergen o resaltan en la superficie.
- Se diferencian de los **tricomas** en que, en su formación, interviene el tejido subepidérmico.
- En general se les llama **acúleos** o **aguijones**

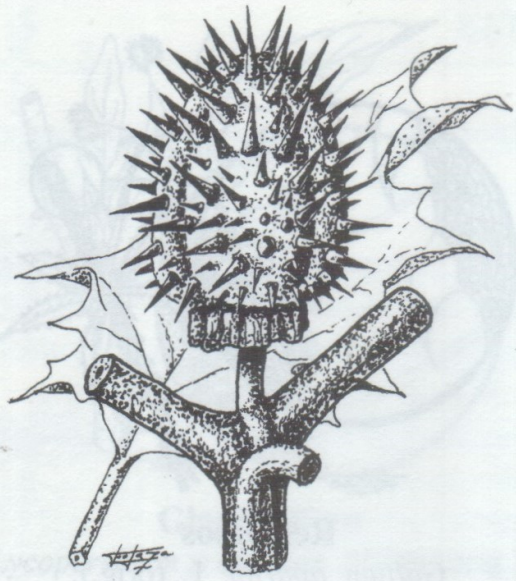
Nota: Las **espinas** no se incluyen aquí, por no ser formaciones epidérmicas propiamente, ya que están lignificadas y poseen vasos conductores.

(Ver: Modificaciones de los tallos)

Rosal
Rosa polyantha Thunb. (orig.).

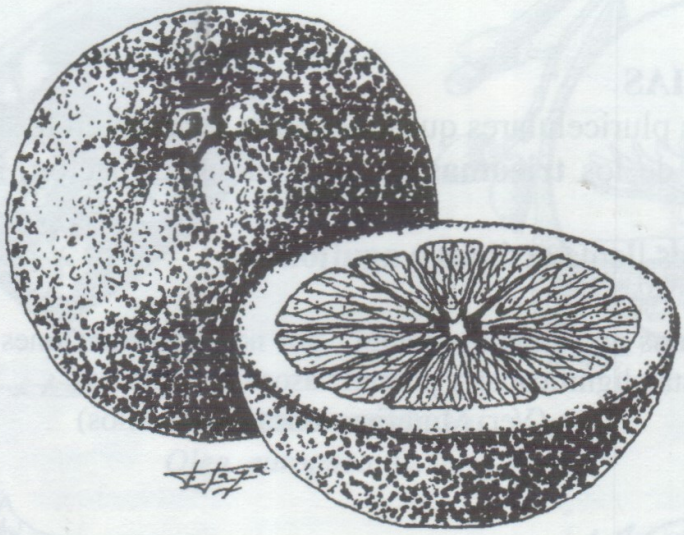


Zarzamora
Rubus ulmifolius Schott (orig.).



Estramonio
Datura stramonium L. (orig.).

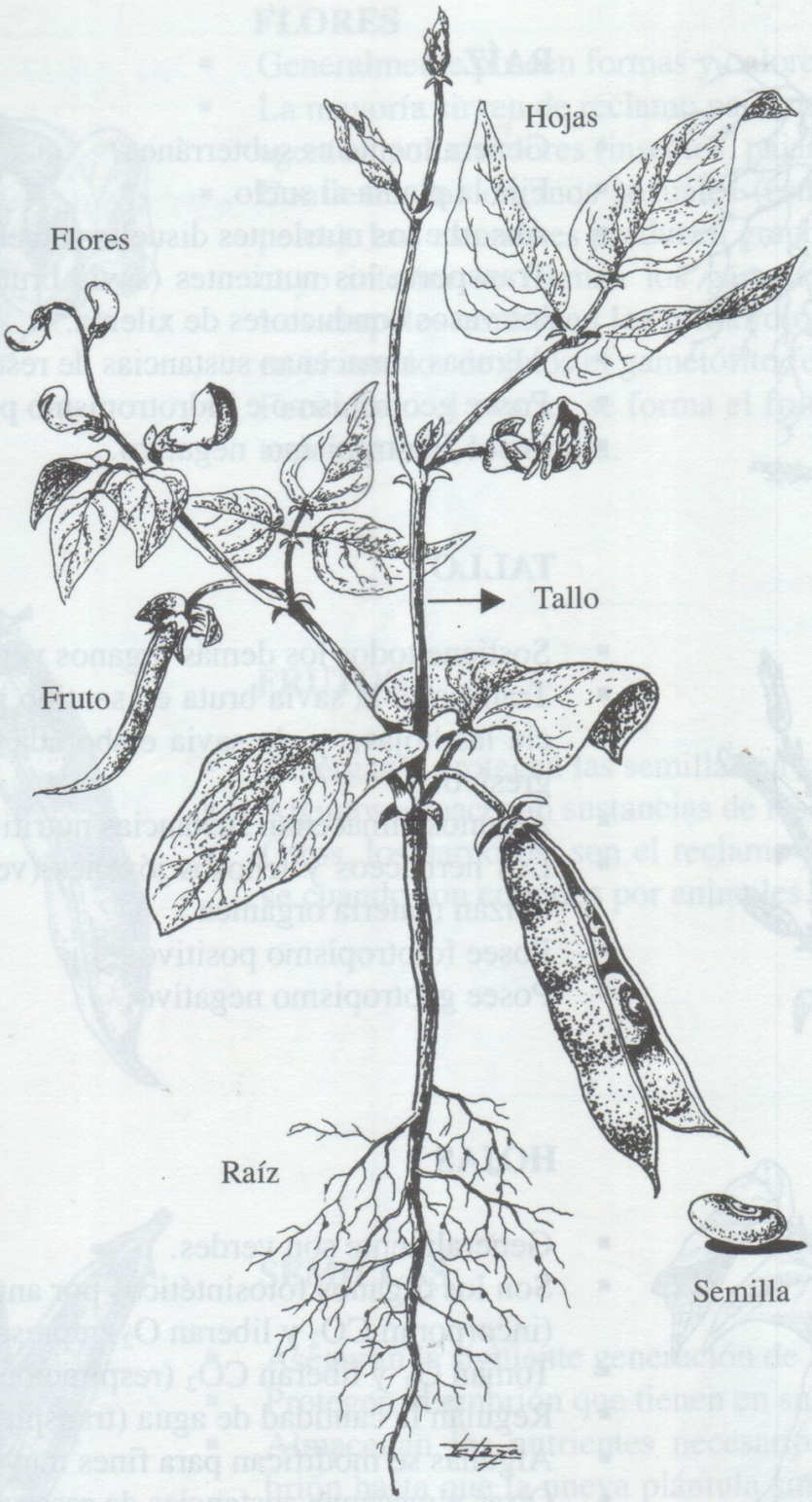
Cardencha
Dipsacus fullonum L. (orig.).



Naranja
Citrus sinensis (L.) Osbeck (orig.).

Diversas formas de **emergencias** acúleos o aguijones (orig.).
(Las de los cítricos pueden considerarse emergencias internas jugosas).

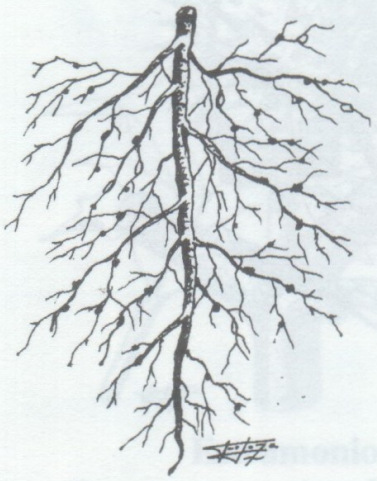
3.- CONSTITUCIÓN DE UNA PLANTA "TIPO"



Elementos constitutivos de una **planta tipo** (*Phaseolus vulgaris* L.) (orig.).
Órganos vegetativos: ..... **Raíz - Tallo - Hojas**
Órganos reproductores o propagadores: ..... **Flor - Fruto - Semillas**

A.- ÓRGANOS VEGETATIVOS

Mantienen la supervivencia del individuo.



RAÍZ

- Generalmente es subterránea.
- Fija la planta al suelo.
- Absorbe los nutrientes disueltos en el agua.
- Transporta los nutrientes (savia bruta) a través de los vasos conductores de xilema.
- Algunas almacenan sustancias de reserva.
- Posee geotropismo e hidrotropismo positivo.
- Posee fototropismo negativo.

TALLO

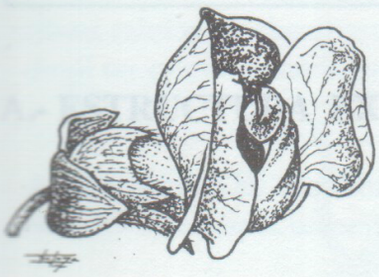
- Sostiene todos los demás órganos vegetales.
- Transporta la savia bruta en sentido progresivo hacia las hojas, y la savia elaborada en sentido regresivo.
- Algunos almacenan sustancias nutritivas o agua.
- Los herbáceos y leñosos jóvenes (verdes) fotosintetizan materia orgánica.
- Posee fototropismo positivo.
- Posee geotropismo negativo.

HOJAS

- Generalmente son verdes.
- Son los órganos fotosintéticos por antonomasia (incorporan CO_2 y liberan O_2 en presencia de luz).
- Toman O_2 y liberan CO_2 (respiración).
- Regulan la cantidad de agua (transpiración).
- Algunas se modifican para fines muy diversos.
- Otras almacenan sustancias de reserva.
- Poseen fototropismo positivo.

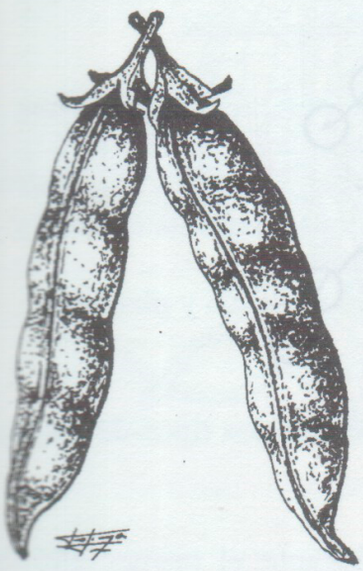
B.- ÓRGANOS REPRODUCTORES

Mantienen la supervivencia de la especie.



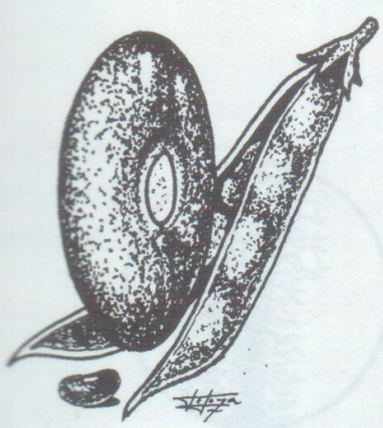
FLORES

- Generalmente poseen formas y colores llamativos.
- La mayoría sirven de reclamo para atraer a los agentes polinizadores (insectos, pájaros, etc.).
- Contienen los órganos sexuales (estambres y carpelos). Los estambres producen granos de polen en cuyo interior se forman los gámetas masculinos. Los carpelos contienen los primordios seminales, y en el interior de éstos el gametófito femenino.
- Fecundado el ovario, se forma el fruto; y, en el interior de éste, la semilla.



FRUTOS

- Albergan y protegen las semillas en su interior.
- Algunos almacenan sustancias de reserva.
- Otros, los carnosos, son el reclamo para propagarse cuando son comidos por animales.



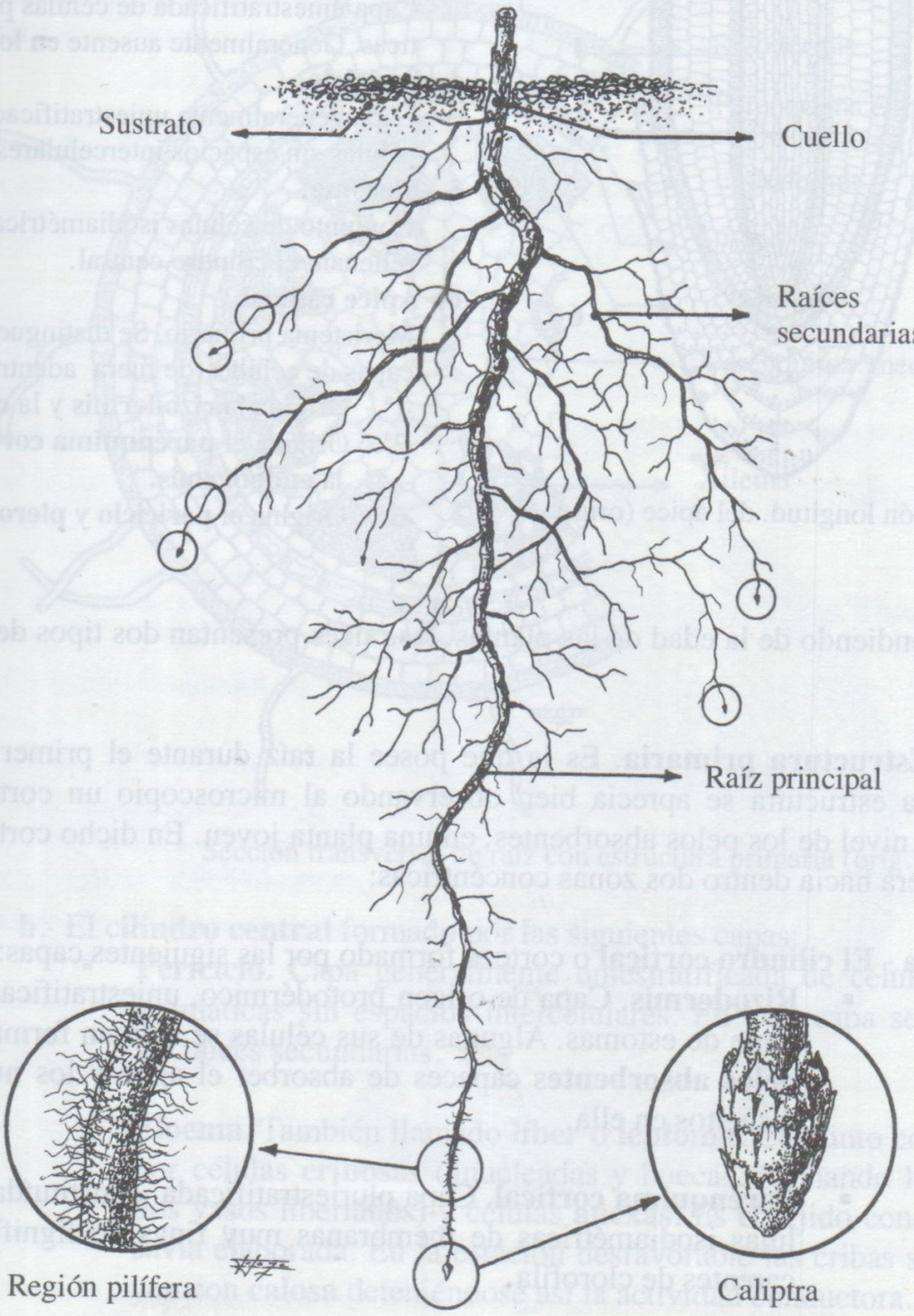
SEMILLAS

- Aseguran la siguiente generación de la especie.
- Protegen al embrión que tienen en su interior.
- Almacenan los nutrientes necesarios para el embrión hasta que la nueva plántula sintetiza sus propios nutrientes.

CAPÍTULO II
LA RAÍZ

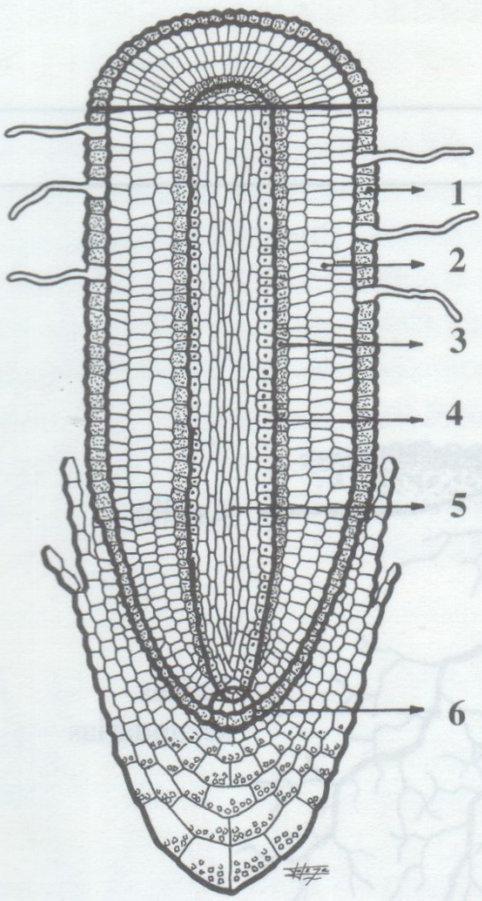
1.- ESTRUCTURA DE LA RAÍZ

A.- ESTRUCTURA EXTERNA



Estructura externa de una raíz algo idealizada (orig.).

B.- ESTRUCTURA INTERNA



Sección longitud. del ápice (orig.).

1.- **Rizodermis**.
Capa uniestratificada. Algunas de sus células se alargan y forman los "pelos absorbentes".

2.- **Parénquima cortical**.
Capa pluriestratificada de células isodiamétricas de membranas sutiles no lignificadas.

3.- **Endodermis.**
Capa uniestratificada de células prismáticas. Generalmente ausente en los tallos.

4.- **Periciclo**.
Capa generalmente uniestratificada de células sin espacios intercelulares.

5.- **Pleroma.**
Conjunto de células isodiamétricas que rellenan el cilindro central.

6.- **Ápice radical.**
Meristema primario. Se distinguen tres capas de células (de fuera adentro):
1ª.- Origina la **rizodermis** y la **caliptra**.
2ª.- Origina el **parénquima cortical** y la **endodermis.**
3ª.- Origina el **periciclo** y **pleroma.**

Dependiendo de la edad de las plantas, las raíces presentan dos tipos de estructuras:

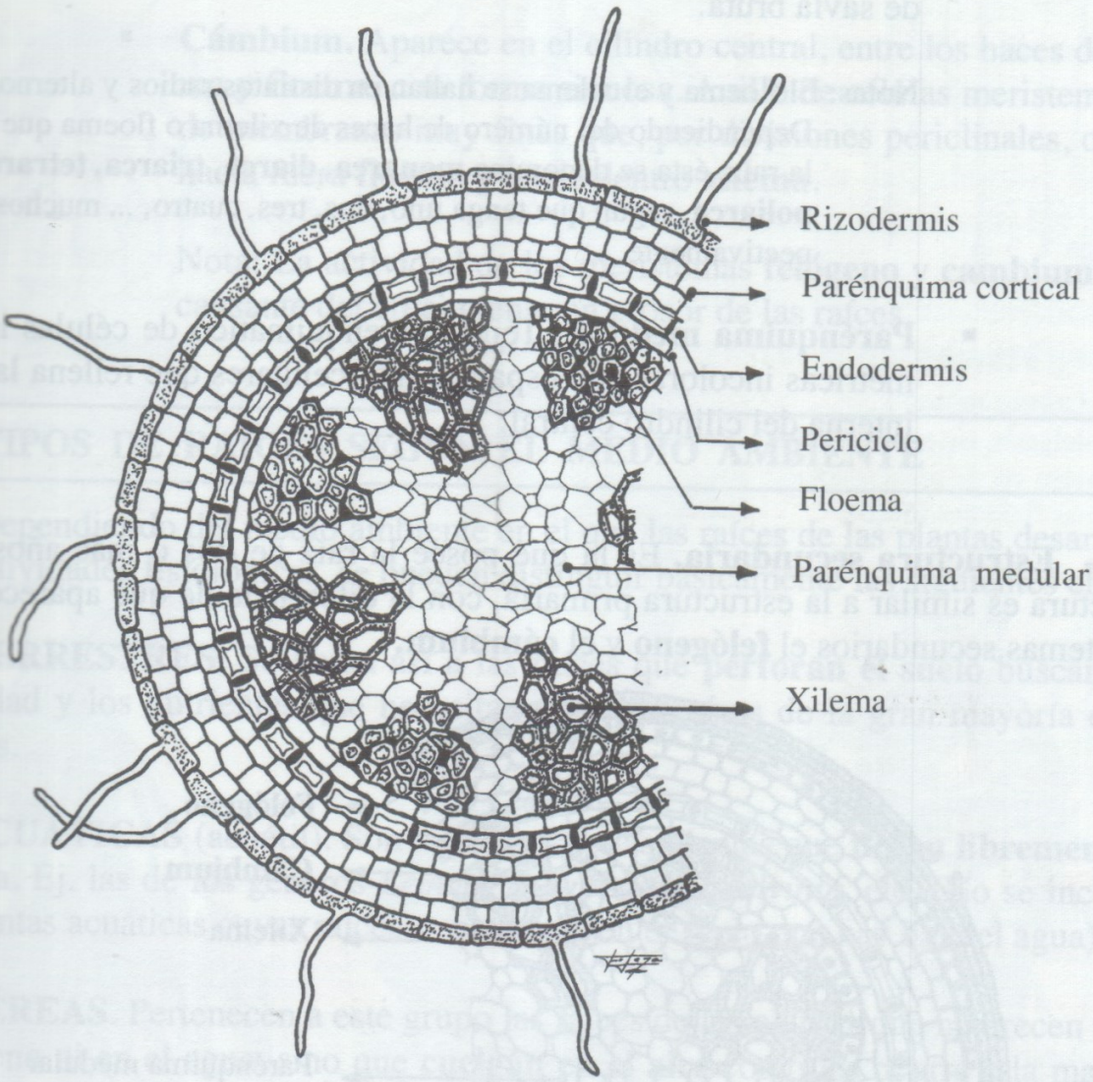
1.- **Estructura primaria**. Es la que posee la raíz durante el primer año de vida. Esta estructura se aprecia bien observando al microscopio un corte transversal, al nivel de los pelos absorbentes, en una planta joven. En dicho corte se notan de fuera hacia dentro dos zonas concéntricas:

a.- **El cilindro cortical** o corteza formado por las siguientes capas:

- **Rizodermis**. Capa de origen protodérmico, uniestratificada y carente de estomas. Algunas de sus células se alargan formando los **pelos absorbentes** capaces de absorber el agua y los nutrientes disueltos en ella.

- **Parénquima cortical.** Capa pluriestratificada constituída por células isodiamétricas de membranas muy finas no lignificadas y carentes de clorofila.

- **Endodermis**. Capa uniestratificada de células prismáticas sin espacios intercelulares y con **bandas de Caspary** que regulan el paso de agua y solutos entre el cilindro cortical y el cilindro central.



Sección transversal de raíz con estructura primaria (orig.).

b.- El c**ilindro central** formado por las siguientes capas:

- **Periciclo.** Capa generalmente uniestratificada de células parenquimáticas sin espacios intercelulares. En esta capa se originan las raíces secundarias.

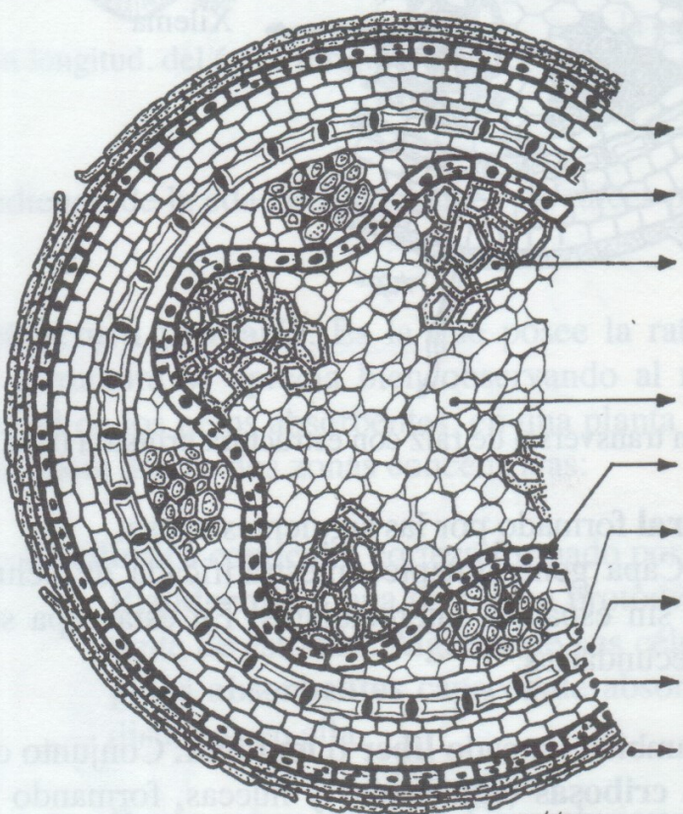
- **Floema.** También llamado **líber** o **leptoma.** Conjunto constituido por células **cribosas** (anucleadas y huecas, formando los llamados vasos liberianos) y células **anexas**. Es el tejido conductor de savia elaborada. En la estación desfavorable las cribas se obstruyen con **calosa** deteniéndose así la actividad conductora.

- **Xilema.** También llamado **leño** o **hadroma**. Conjunto constituido por **tráqueas** (filas de células muertas, tubulares alargadas, sin tabiques de separación formando los vasos leñosos). Las paredes laterales están lignificadas (la lignina se deposita formando anillos, espirales, retículos, punteaduras, etc.). Es el tejido conductor de savia bruta.

  Notas: El floema y el xilema se hallan en distintos radios y alternos.
  Dependiendo del número de haces de xilema o floema que posea la raíz, ésta se denomina **monarca, diarca, triarca, tetrarca**, ... **poliarca**, según que tenga uno, dos, tres, cuatro, ... muchos, respectivamente.

- **Parénquima medular**. Tejido parenquimático de células isodiamétricas incoloras con espacios intercelulares que rellena la parte interna del cilindro central.

2.- **Estructura secundaria.** Es la que posee la raíz de dos o más años. Esta estructura es similar a la estructura primaria, con la diferencia de que aparecen dos meristemas secundarios el **felógeno** y el **cámbium.**



Sección transversal de raíz con estructura secundaria (orig.).

- **El felógeno**. Se forma a partir de la parte externa del cilindro cortical. Capa de células meristemáticas que por **divisiones periclinales** (plano de división paralelo a la superficie), origina hacia fuera capas de **súber** (corcho), que protege a la raíz, y hacia dentro capas de parénquima (**felodermis**).

- **Cámbium.** Aparece en el cilindro central, entre los haces de xilema y floema, con forma sinuosa. Anillo de células meristemáticas de membranas muy finas que, por divisiones periclinales, origina hacia fuera **floema** y hacia dentro **xilema**.

  Nota: La actividad de los meristemas **felógeno** y **cambium** es la causante del crecimiento en grosor de las raíces.

2.- TIPOS DE RAÍCES SEGÚN EL MEDIO AMBIENTE

Dependiendo del medio ambiente en el que las raíces de las plantas desarrollan sus actividades fisiológicas, se pueden distinguir básicamente las siguientes clases:

A.- **TERRESTRES**. Se llama así a las raíces que **perforan el suelo** buscando la humedad y los nutrientes que necesitan. Son las raíces de la gran mayoría de las plantas.

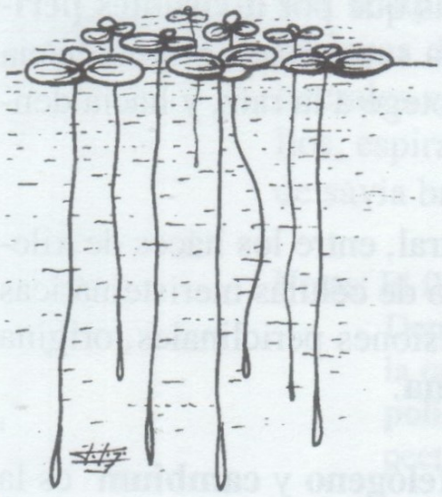
B.- **ACUÁTICAS** (acuátil). Son las raíces de las plantas que **flotan libremente** en el agua. Ej. las de los géneros *Lemna, Hydrocharis, Salvinia*, etc. (No se incluyen las plantas acuáticas cuyas raíces se entierran en el suelo que hay bajo el agua).

C.- **AÉREAS**. Pertenecen a este grupo las raíces de las plantas que no crecen sobre el terreno ni en el agua, sino que **cuelgan en el aire** como les ocurre a la mayoría de las plantas **epífitas** (crecen sobre otras plantas que les sirven de soporte sin ser parásitas), y cuyas raíces obtienen el agua absorbiendo la gran humedad reinante en la atmósfera. Ej. Muchas orquídeas, bromeliáceas, etc.

3.- TIPOS DE RAÍCES SEGÚN SU FORMA

Dado que unas de las funciones principales de las raíces son la sujeción de la planta y el aprovisionamiento de agua y nutrientes, es fácil comprender que la más idónea para dichos fines es la forma **dendrítica** (arborescente).

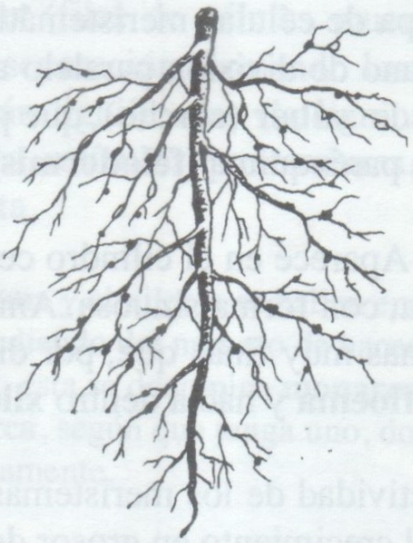
No obstante lo anterior, las principales formas de raíces son las siguientes:



Fibrosa

Lemna minor L.

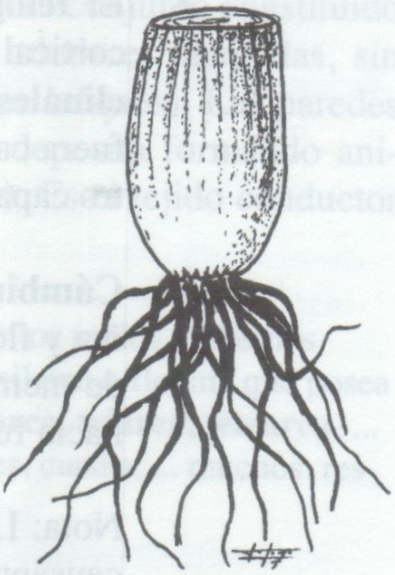
Larga delgada, sin ramificaciones, suelen ser de plantas acuáticas flotantes (orig.).



Axonomorfa

Phaseolus vulgaris L.

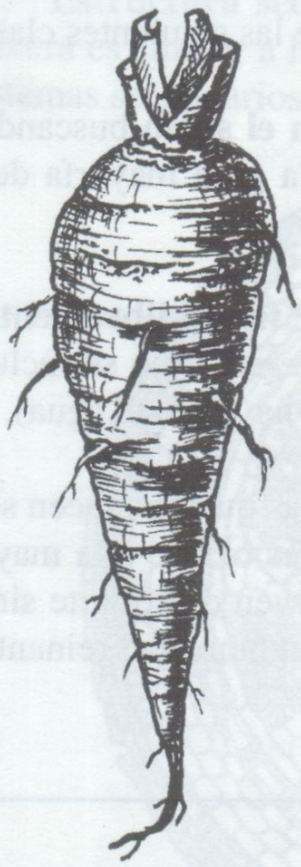
El eje principal preponderante, los secundarios ramificados. Se llama también **pivotante** (orig.).



Fasciculada

Allium porrum L.

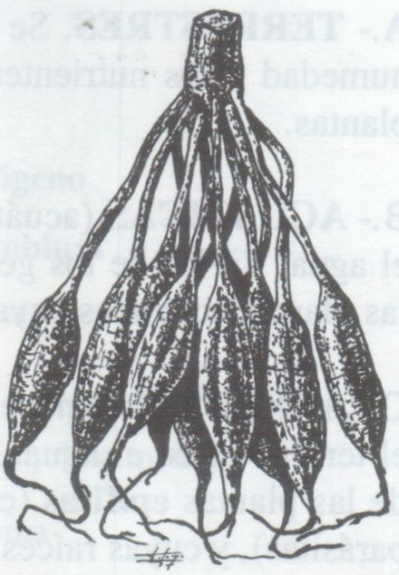
Todas desarrolladas más o menos por igual formando como un hacecillo o una cabellera (orig.).



Axonomorfa-tuberosa

Daucus carota L. *Brassica napus* L.

El eje principal almacena sustancias de reserva, las raíces secundarias se abren camino a través de las reservas. Se les llama también **napiformes** (orig.).



Fasciculada-tuberosa

Asphodelus aestivus Brot.

Al no existir un eje principal, las sustancias de reserva se almacenan en todas las raicillas (orig.).

4.- TIPOS DE RAÍCES SEGÚN SU ORIGEN

Atendiendo al lugar de donde se originan las raíces, pueden considerarse las siguientes clases:

A.- **NORMALES.** Se les llama así a aquellas raíces que provienen de la **radícula** del embrión, y comprenden la raíz primaria y las que se derivan de ella.

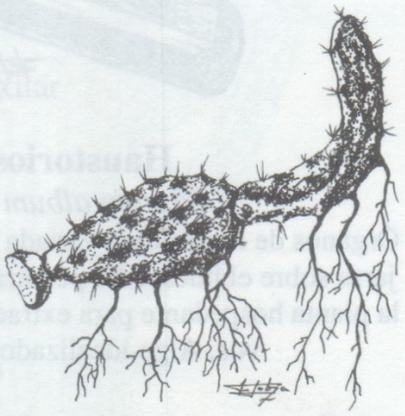
B.- **ADVENTICIAS.** Son las que no derivan de la **radícula** del embrión. Se presentan ordinariamente en los tallos, pero a veces también se forman en las ramas, hojas e incluso en frutos.

Cuando penetran en la tierra poseen las mismas funciones y características que las raíces normales. En las plantas trepadoras desempeñan la función de fijación y sostén. En las plantas parásitas para la absorción.

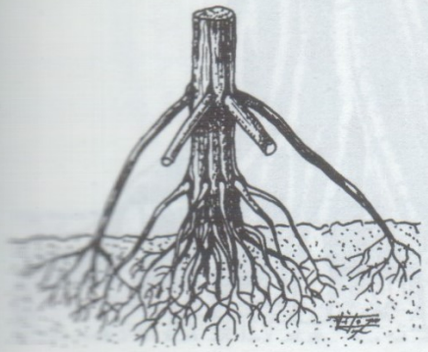
Veamos a continuación algunas.

Adherentes
Hedera helix L.(orig.).

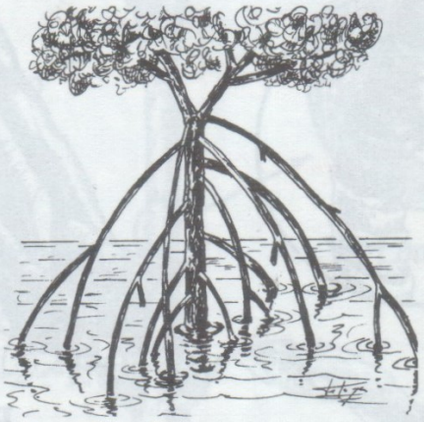
En rizoma
Cyperus rotundus L.(orig.).



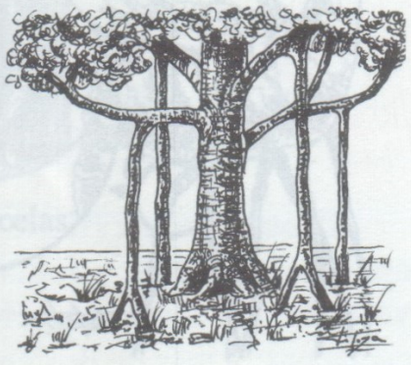
En tallo suculento
Opuntia maxima Miller (orig.).



Fúlcreas
Zea mays L.
Sujetan la planta con efecto "tirante"(orig.).



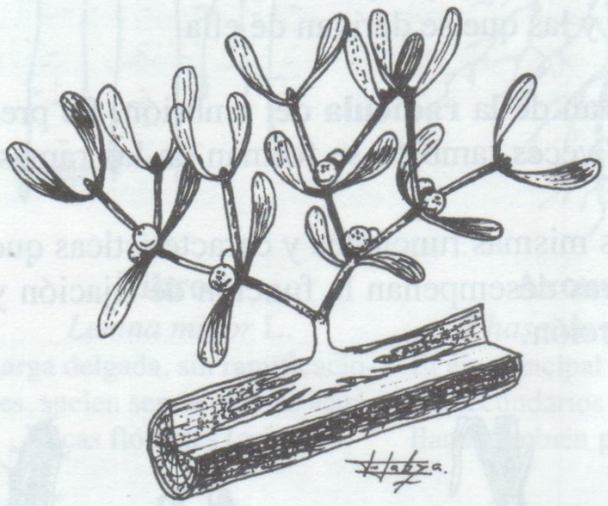
Raíces zancos
Rhizophora mucronata Lamk.
Propias de suelos pantanosos. (adaptado de Strasburger).



Columnares
Ficus religiosa L.
Nacen en las ramas y sirven de apoyo (adaptado de Vidal).

5.- MODIFICACIONES DE LAS RAÍCES

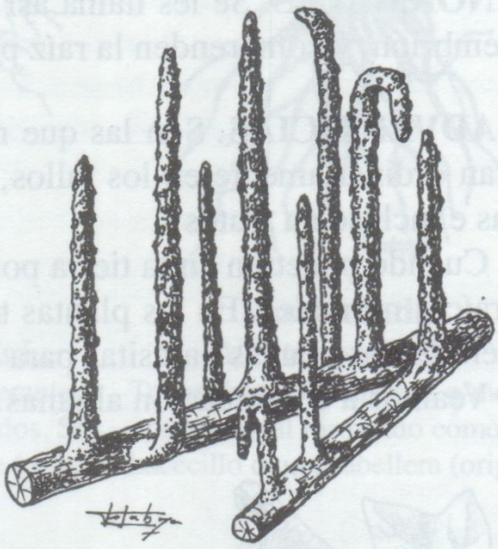
El modo de vida de los vegetales, así como las adaptaciones que adquieren ante las exigencias del medio, producen en ellos marcados cambios morfológicos. En las raíces son de destacar las siguientes modificaciones:



Haustorios

Viscum album L.

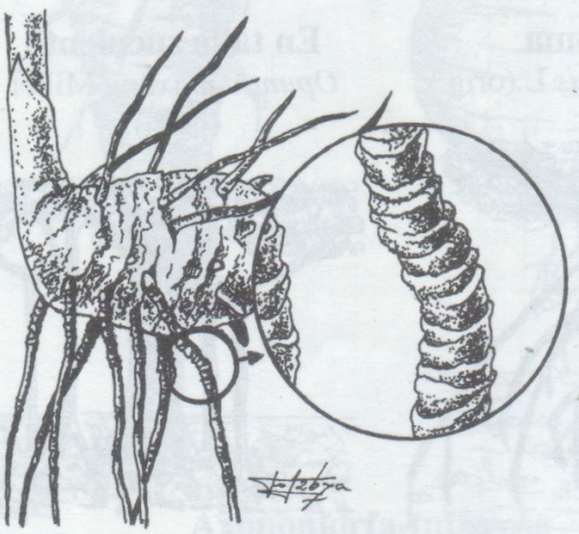
Órganos de morfologia variada que sirven para fijarse sobre el huésped o penetrar en los tejidos de la planta hospedante para extraer los jugos nutritivos. Algo idealizado (orig.).



Neumatóforos

Avicennia sp.

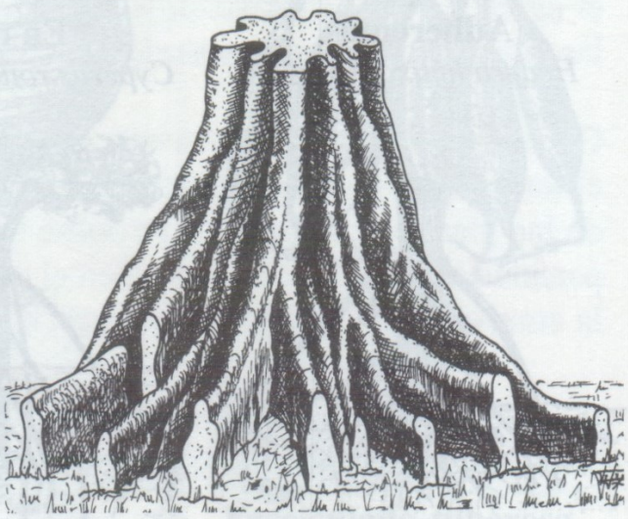
Raíces epígeas con geotropismo negativo. Sobrepasan la superficie del suelo y del agua para tomar contacto con el aire. Contribuyen a la aireación de los tejidos sumergidos. Se dan en suelos pantanosos (adaptado de Gola Negri Cappelletti).



Raíces contráctiles

Arum maculatum L.

Se acortan para enterrar profundamente en el suelo los bulbos, tubérculos y rizomas (adaptado de Strasburger).



Raíces tabulares

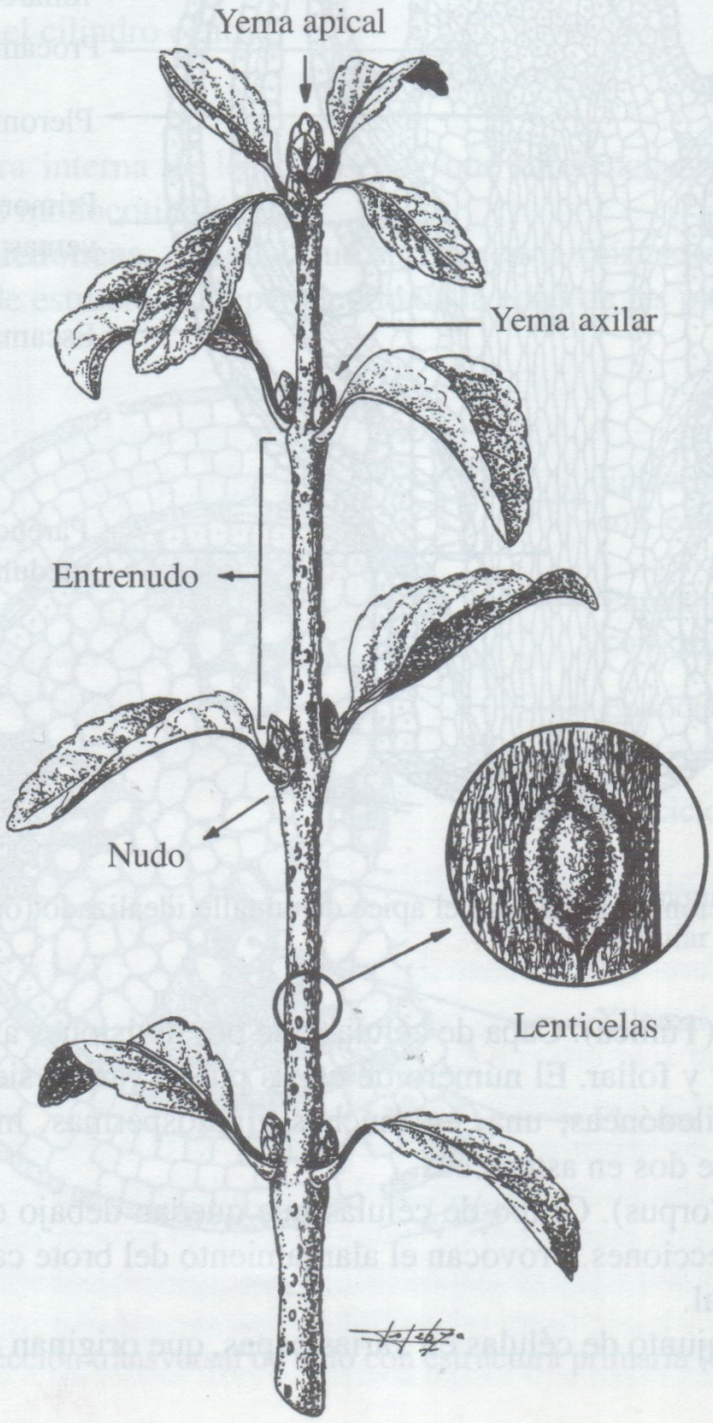
Ficus sp.

Se forman por engrosamiento excesivo de la parte superior de raíces horizontales. Dan estabilidad a la planta. Seccionadas y algo idealizadas (orig.).

CAPÍTULO III
EL TALLO

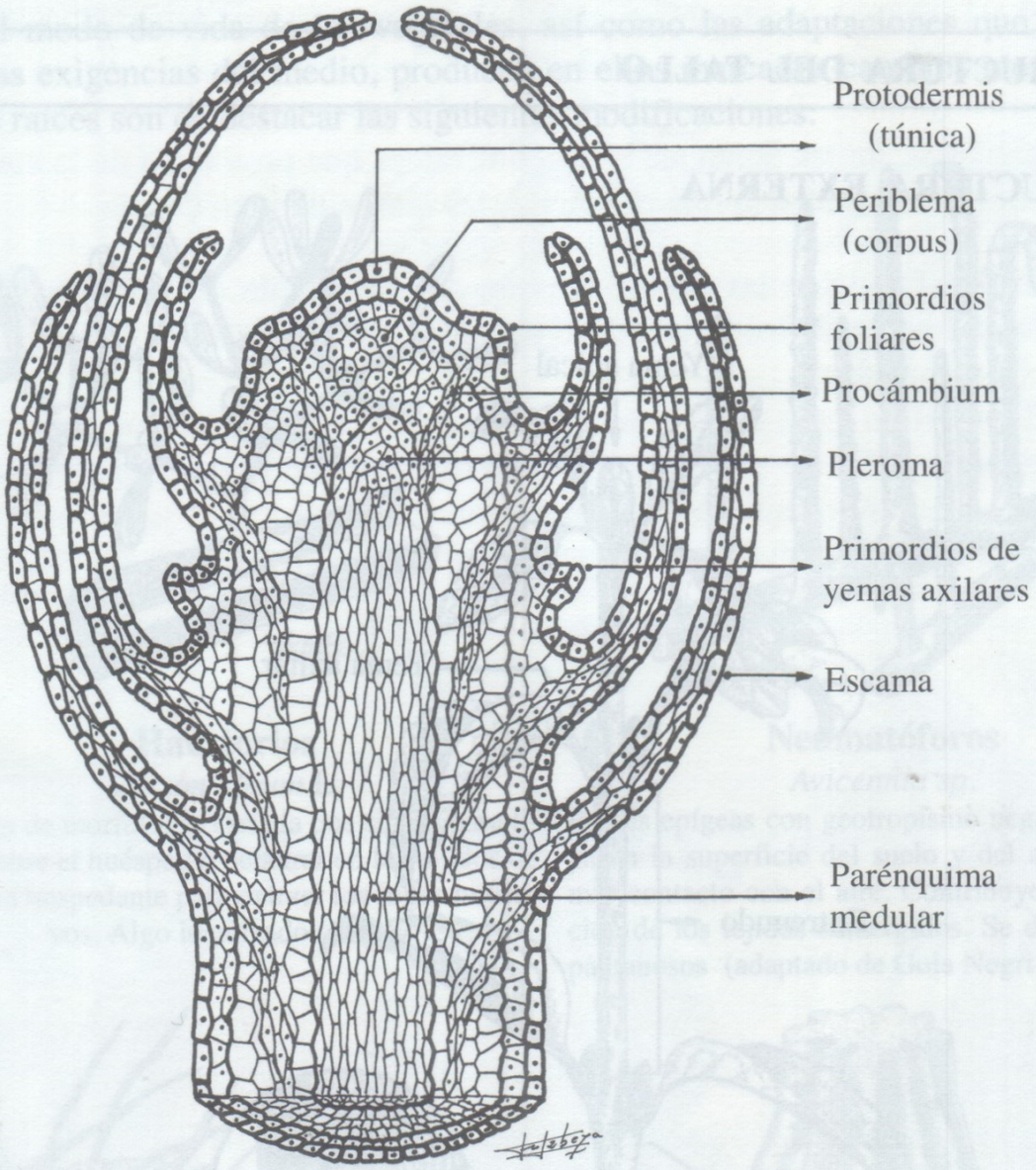
1.- ESTRUCTURA DEL TALLO

A.- ESTRUCTURA EXTERNA



Estructura externa de un tallo típico (orig.).

B.- ESTRUCTURA INTERNA



Sección longitudinal del ápice de un tallo idealizado (orig.).

Protodermis (Túnica). Capa de células que por divisiones anticlinales produce epidermis caulinar y foliar. El número de capas puede variar; siendo dos en la mayoría de las dicotiledóneas; una, en muchas gimnospermas, monocotiledóneas y cactáceas; y más de dos en asteráceas.

Periblema (Corpus). Grupo de células que quedan debajo de la túnica. Se dividen en todas direcciones. Provocan el alargamiento del brote caulinar. Originan el parénquima cortical.

Pleroma. Conjunto de células en varias capas, que originan el cilindro central.

Procámbium. Las células que rodean al corpus van perdiendo su capacidad de división a medida que se alejan de él; algunas hileras de células en disposición cilíndrica, se alargan, pero permanecen embrionarias. Éstas constituyen el procámbium. Al dividirse activamente producen hacia dentro protoxilema, y hacia fuera protofloema, que darán lugar al metaxilema y metafloema respectivamente.

Primordios foliares. Protuberancias laterales formadas por divisiones anticlinales de la segunda capa de la túnica.

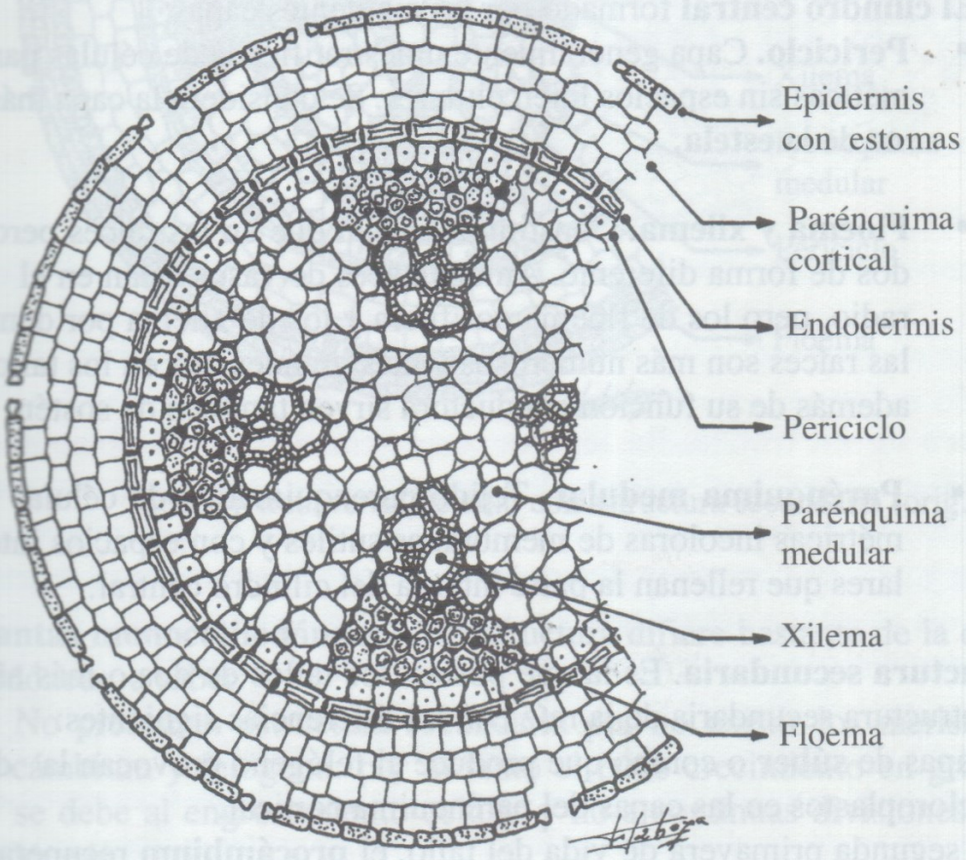
Primordios de yemas axilares. Tienen un origen similar a los anteriores.

Escamas. Poseen una estructura similar a los primordios foliares. Su función es proteger el brote caulinar.

Parénquima medular. Conjunto de células isodiamétricas originadas por el pleroma y rellenan el cilindro central.

En la estructura interna de los tallos hay que diferenciar entre plantas dicotiledóneas y plantas monocotiledóneas.

Plantas dicotiledóneas. Al igual que sucede en la raíz, estos tallos presentan también dos tipos de estructuras dependiendo de la edad de las plantas:



Sección transversal de tallo con estructura primaria (orig.).

1.- **Estructura primaria.** Es la que posee el tallo durante el primer año de vida. Esta estructura se aprecia bien observando al microscopio un corte transversal en una planta joven. En dicho corte se notan de fuera hacia dentro dos zonas concéntricas:

a.- **El cilindro cortical** formado por las siguientes capas:

- **Epidermis**. Capa de origen protodérmico, uniestratificada y de aspecto transparente. Presenta **estomas** y a veces una delgada película de cutina.

- **Parénquima cortical**. Capa pluriestratificada con clorofila, sobre todo las capas más externas. Con frecuencia aparecen también fibras de colénquima.

- **Endodermis**. Capa uniestratificada de células prismáticas sin espacios intercelulares y con **bandas de Caspary.** Es la capa más interna de la corteza. En los espermatófitos leñosos está ausente o no es fácil de observar.

b.- **El cilindro central** formado por las siguientes capas:

- **Periciclo.** Capa generalmente uniestratificada de células parenquimáticas sin espacios intercelulares. Se considera la capa más externa de la **estela.**

- **Floema y xilema.** Constituidos igual que en las raíces pero situados de forma diferente. Ambos haces de vasos están en el mismo radio, pero los de floema por fuera y los de xilema por dentro. En las raíces son más numerosos y más grandes que en los tallos; además de su función conductora sirven también de sostén.

- **Parénquima medular**. Tejido parenquimático de células isodiamétricas incoloras de membranas sutiles y con espacios intercelulares que rellenan la parte interna del cilindro central.

2.- **Estructura secundaria**. Es la que poseen los tallos de dos o más años. Es similar a la estructura secundaria de la raíz con las diferencias siguientes:

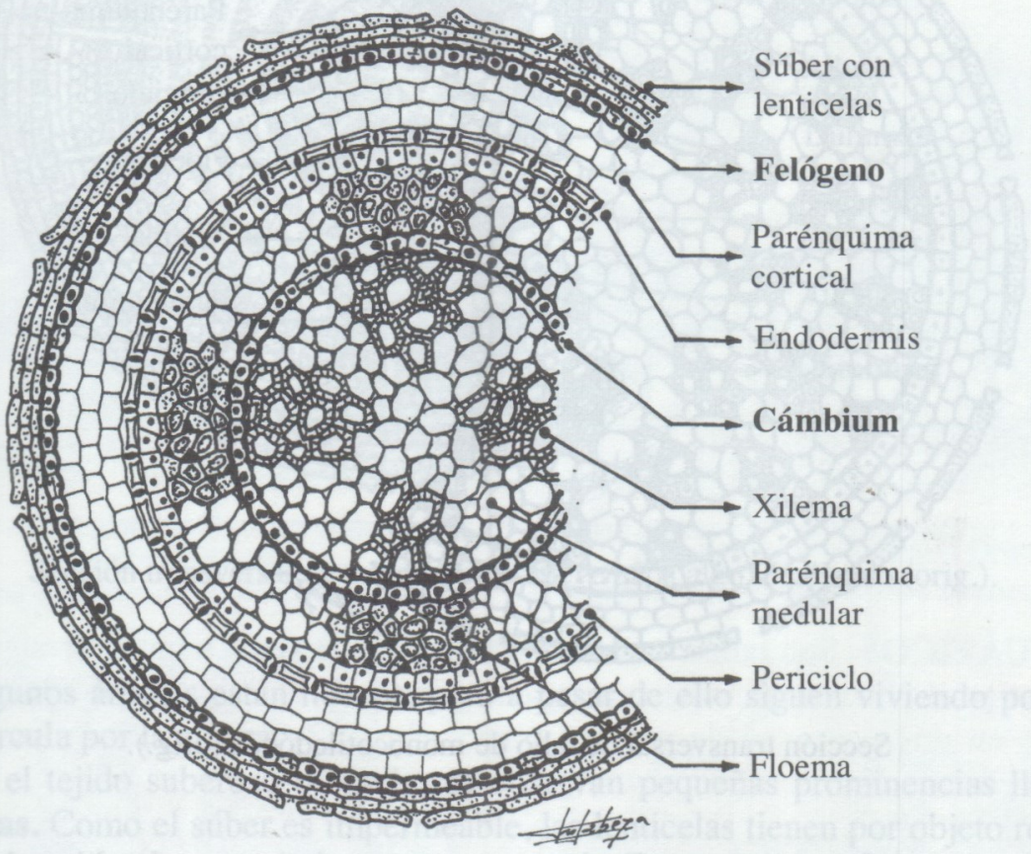
a.- Las capas de **súber** o corcho que produce el felógeno provocan la desaparición de los cloroplastos en las capas del parénquima cortical.

b.- En la segunda primavera de vida del tallo, el **procámbium** recupera su actividad y engendra dos tipos de capas celulares (dipleuro). Hacia dentro tejido xilemático secundario y hacia fuera tejido floemático secundario.

c.- Entre las traqueidas (vasos de tabiques transversales con punteaduras) y las tráqueas van quedando células parenquimatosas, que forman los radios medulares.

d.- **El cámbium** es circular debido a la situación de los haces de xilema y floema. Su actividad es más intensa y las capas concéntricas de leño que produce cada año son más gruesas.

e.- **El felógeno** forma un cilindro más o menos continuo. Hacia fuera da capas de células que rápidamente se suberifican. En muchas especies, además, se lignifican o se llenan de taninos, etc. Es el **súber**.



Sección transversal de tallo con estructura secundaria (orig.).

Plantas monocotiledóneas. Su estructura difiere bastante de la de las plantas dicotiledóneas, a saber:

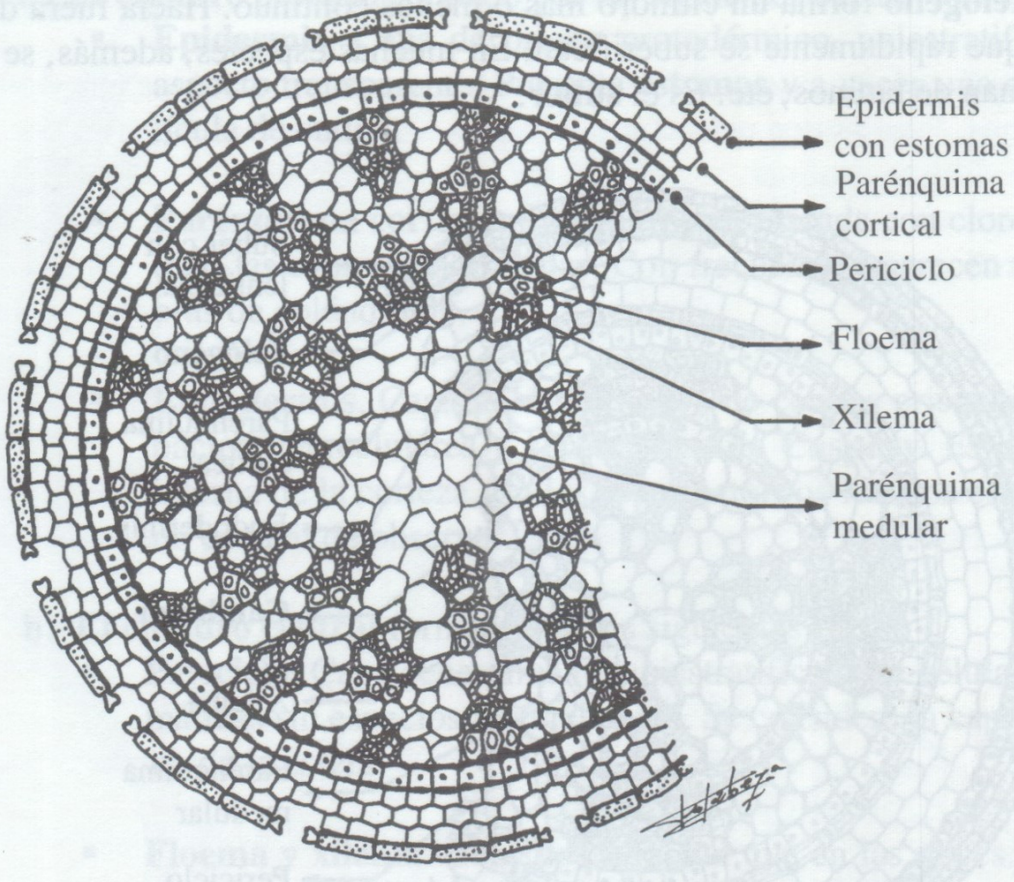
a.- No presentan estructura secundaria por no existir los meristemos secundarios cámbium y felógeno: por lo tanto el poco crecimiento en grosor que presentan se debe al engrosamiento celular y no a continuas divisiones como en las dicotiledóneas.

b.- Los haces de vasos libero-leñosos se hallan distribuidos al azar o concéntricos; los más desarrollados hacia el centro.

c.- Envolviendo a los haces libero-leñosos existe una masa parenquimática en

la que no cabe la distinción entre corteza y médula. Este parénquima medular se reabsorbe en las gramíneas en sentido centrífugo, excepto a nivel de los nudos, dejando el tallo hueco y formando así la típica estructura de las "cañas".

d.- No presenta lenticelas en su superficie.

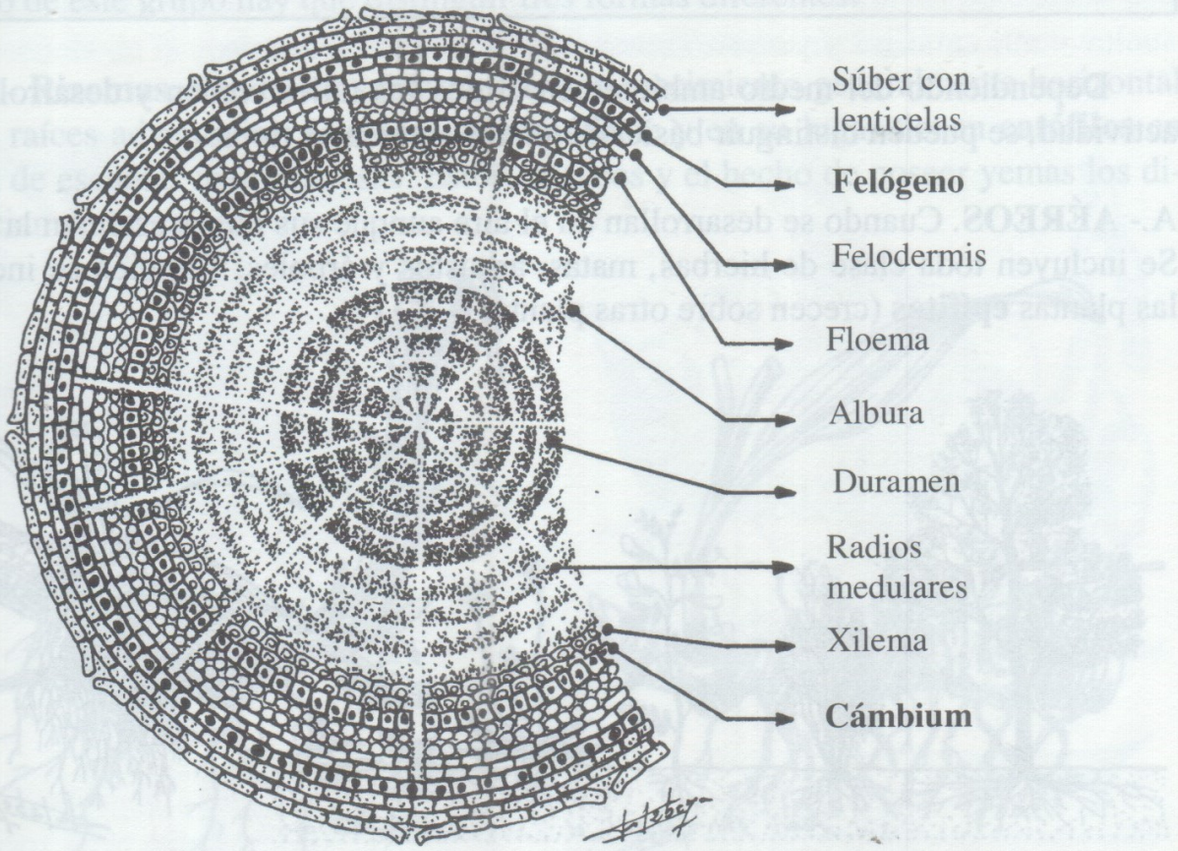


Sección transversal de tallo de monocotiledónea (orig.).

Estructura de un tronco. En lugares con estaciones anuales bien definidas, los vasos de floema formados en otoño son más estrechos y más oscuros que los de primavera, y les acompañan numerosas fibras. La madera que de ellos resulta es más compacta y oscura; por eso se distinguen en la sección transversal de cualquier tronco de árbol, anillos concéntricos que indican el número de años de la planta. Estos anillos anuales son más pronunciados en el tallo que en la raíz.

Frecuentemente se observa también en los troncos una zona externa más clara llamada **albura** y otra interior más oscura llamada **duramen**.

El duramen está constituído por capas de células muertas que sirven sólo de sostén, ya que los vasos se obstruyen y, junto a esclerénquima y fibras leñosas, forman un conjunto que no se altera debido a que se impregnan de sustancias antisépticas como taninos y resinas. Esta parte del tronco es la de mayor aplicación industrial por su dureza y persistencia.



Sección transversal de un tronco de nueve años algo idealizado (orig.).

Algunos árboles están huecos, pero a pesar de ello siguen viviendo porque la savia circula por la albura.

En el tejido suberoso o corcho se observan pequeñas prominencias llamadas **lenticelas.** Como el súber es impermeable, las lenticelas tienen por objeto restablecer la comunicación entre los tejidos vivos y la atmósfera.

Situados al exterior de las capas de súber, existe en los tallos, sobre todo en los añosos, un conjunto de tejidos muertos, rugosos y resquebrajados formados por el felógeno, es el **ritidoma.** Dicho ritidoma puede persistir sobre la corteza como en el castaño (*Castanea*), pero generalmente se desprende de manera característica para cada especie, como por ejemplo: en forma de placas en el plátano de paseo (*Platanus*); en anillos regulares en el abedul (*Betula*) y cerezo (*Prunus*); en tiras longitudinales en los eucaliptos (*Eucalyptus*); en planchas cilíndricas en el alcornoque (*Quercus suber* L.); etc.

2.- TIPOS DE TALLOS SEGÚN EL MEDIO AMBIENTE

Dependiendo del medio ambiente en el que los tallos crecen y desarrollan su actividad, se pueden distinguir básicamente los siguientes tipos:

A.- **AÉREOS**. Cuando se desarrollan en el aire aunque sus raíces estén en la tierra. Se incluyen toda clase de hierbas, matas, arbustos y árboles. También se incluyen las plantas **epífitas** (crecen sobre otras plantas).

Tallos aéreos. No existe proporción de tamaños entre ellos (orig.).

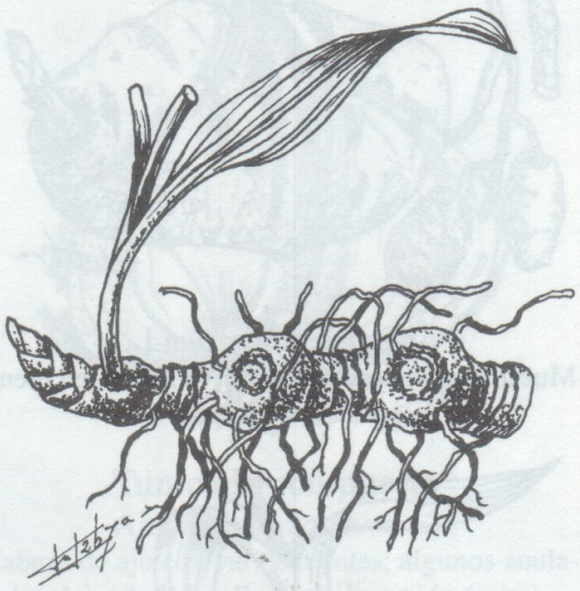
B.- **ACUÁTICOS**. Son tallos que se desarrollan en el agua, tanto si arraigan en el fondo como si viven totalmente sumergidos o flotando en la superficie. Pueden observarse en gran variedad de géneros como: *Pistia, Lemna, Ranunculus, Hydrocharis, Salvinia, Stratiotes, Nuphar, Nymphaea,* etc.

Tallos acuáticos. No existe proporción de tamaños entre ellos (orig.).

C.- **SUBTERRÁNEOS.** Se llaman así a los que se desarrollan debajo de la tierra. Dentro de este grupo hay que distinguir tres formas diferentes:

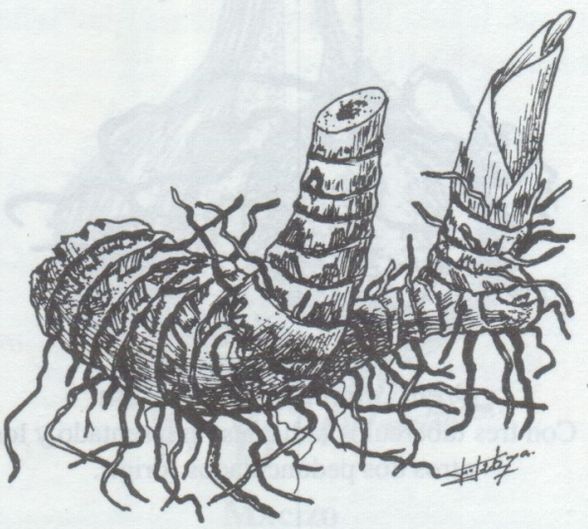
1.- **Rizomas.** Son tallos subterráneos con crecimiento generalmente horizontal y con raíces adventicias. Carecen de **nomófilos**; y en su lugar tienen **catáfilos** en forma de escamas membranosas. Estos catáfilos y el hecho de poseer yemas los diferencian de las raíces.

Cyperus rotundus L.
Rizoma con entrenudos tuberizados (orig.).



Polygonatum odoratum Druce
Con cicatrices de brotes de años anteriores (orig.).

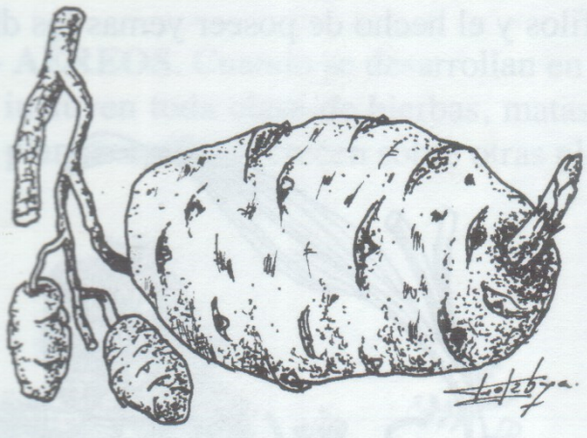
Carex caryophyllea Latour
Rizoma estolonífero (orig.).



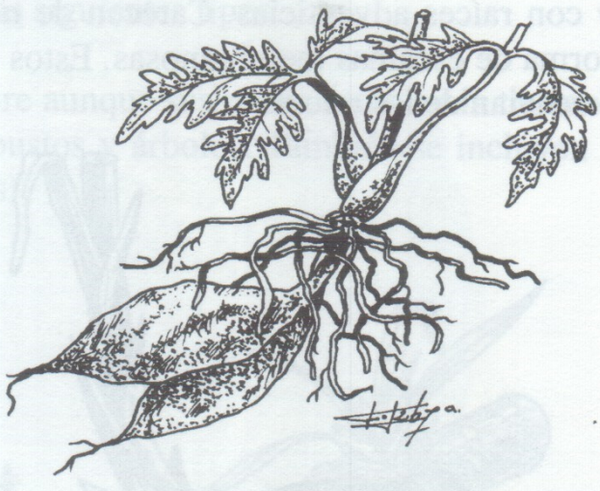
Arundo donax L.
Se muestra el nuevo brote en desarrollo y el penúltimo seccionado (orig.).

Diversos tipos de rizomas sin proporción de tamaños entre ellos (orig.).

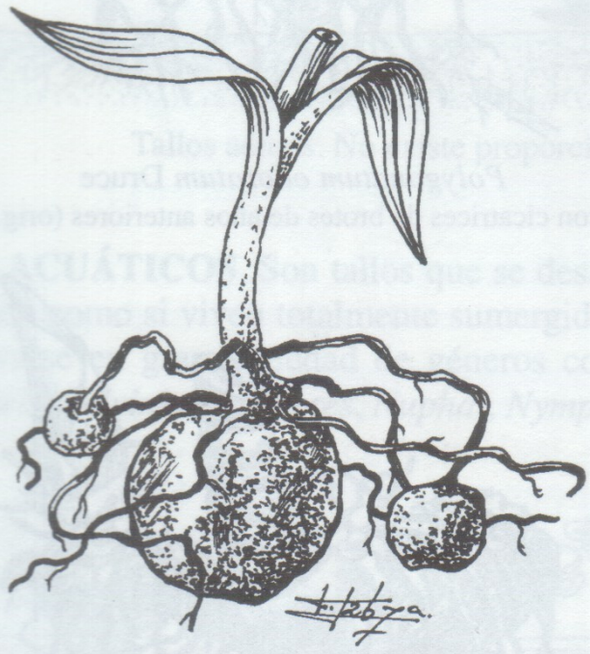
2.- **Tubérculos.** Son tallos subterráneos engrosados en mayor o menor grado por almacenar sustancias de reserva, sobre todo almidón e inulina. En su superficie suelen verse catáfilos y yemas. Tienen un crecimiento limitado.



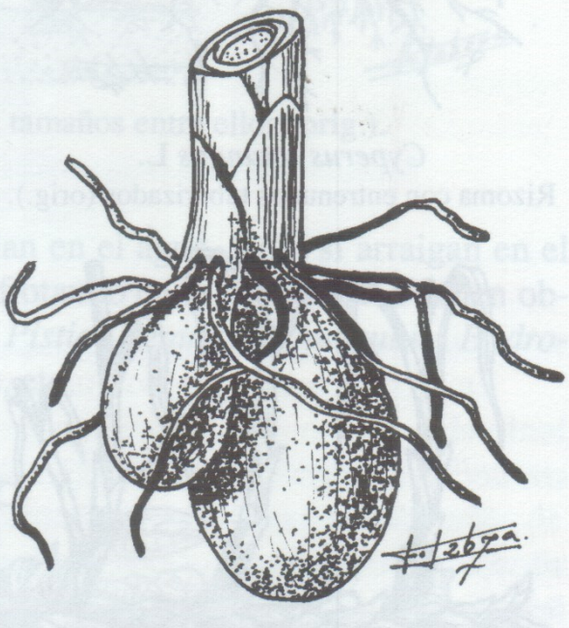
Solanum tuberosum L.
Muestra varias yemas "ojos"; la apical en pleno desarrollo (orig.).



Oenanthe globulosa L.
Tubérculos ovoide-fusiformes (orig.).



Orchis champagneusii Barn.
Con tres tubérculos radicales; uno sentado y los otros dos pedunculados (orig.).

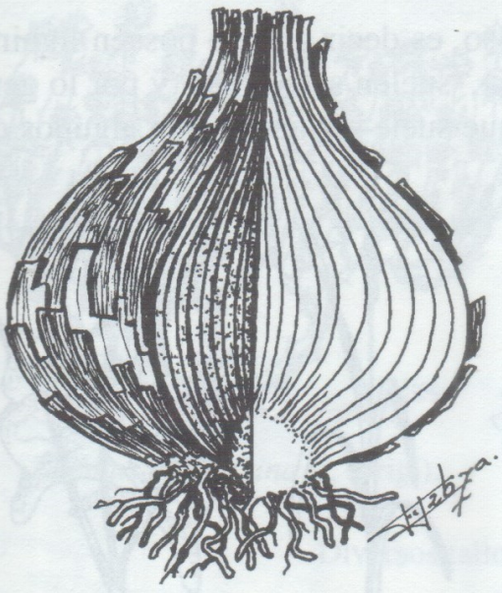


Orchis papilionacea L.
Dos tubérculos radicales ovoides (orig.).

Diversos tipos de tubérculos sin proporción de tamaños entre ellos (orig.).

3.- **Bulbos.** Son yemas subterráneas generalmente con forma de disco. Están envueltas o protegidas por hojas basales que pueden contener sustancias de reserva. Los presentan géneros tales como *Allium, Lilium, Tulipa, Narcissus*, etc.

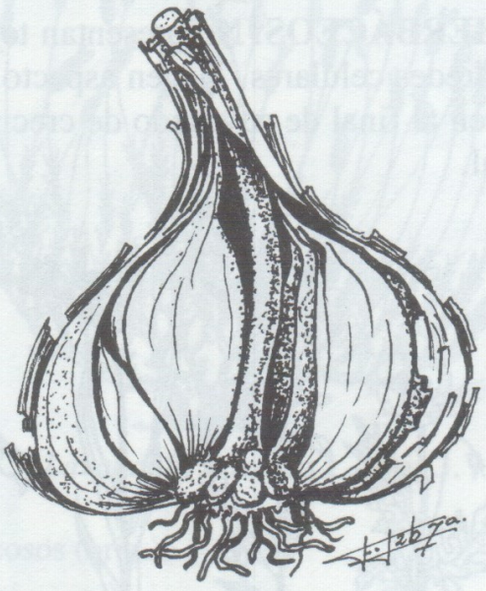
Dependiendo de diversos factores, como por ejemplo la disposición de las hojas basales, la existencia o no de sustancias de reserva en dichas hojas o la consistencia de la yema, se pueden diferenciar varios tipos de bulbos.



Tunicado simple

Cebolla, *Allium cepa* L.

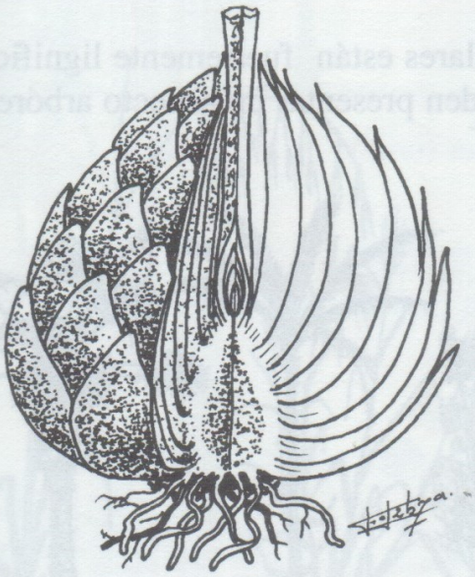
El disco queda rodeado por las bases de los catáfilos que forman vainas cerradas (orig.).



Tunicado compuesto

Ajo, *Allium sativum* L.

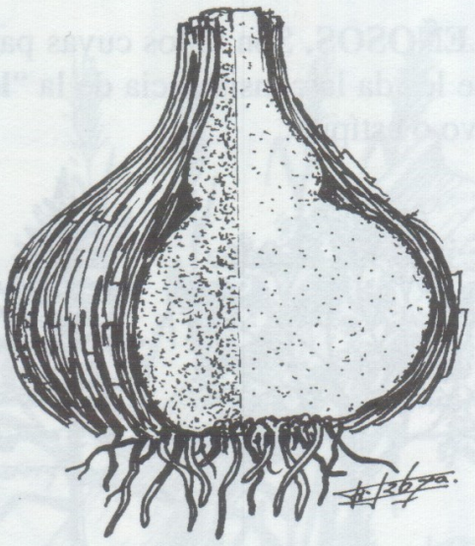
Cabeza de ajo con varios dientes; algunos anulados dejando la huella de su inserción (orig.).



Escamoso

Azucena, *Lilium martagon* L.

Alrededor del disco se disponen los catáfilos imbricados y cargados de reservas (orig.)



Macizo

Azafrán, *Crocus serotinus* Mathew

Disco dilatado, engrosado y carnoso, formando dos bulbos superpuestos y cubiertos por las bases membranosas de las hojas (orig.).

Diversos tipos de bulbos sin proporción de tamaños entre ellos (orig.).

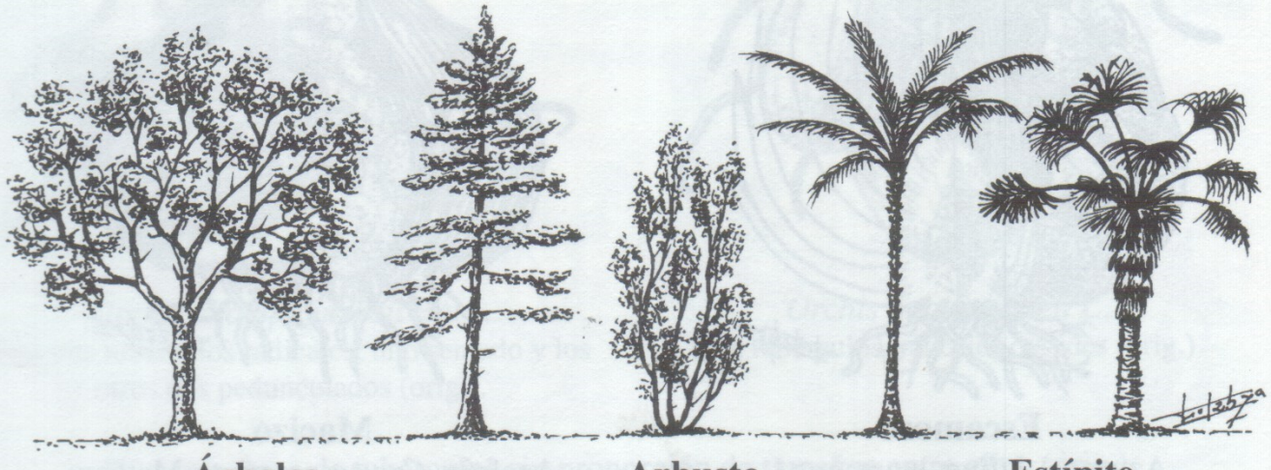
3.- TIPOS DE TALLOS SEGÚN SU CONSISTENCIA

Teniendo en cuenta la mayor o menor consistencia de los tallos, que se debe a la presencia de lignina en las paredes celulares, se pueden clasificar en:

A.- **HERBÁCEOS**. No presentan tejido leñoso, es decir que no poseen lignina en las paredes celulares. Tienen aspecto de hierba, suelen ser verdes y por lo general mueren al final de su estado de crecimiento que suele ser anual o en algunos casos bienal.

Diversos tallos herbáceos (orig.).

B.- **LEÑOSOS.** Son tallos cuyas paredes celulares están fuertemente lignificadas; lo que les da la consistencia de la "**leña**". Pueden presentar un aspecto arbóreo, arbustivo o estípite.



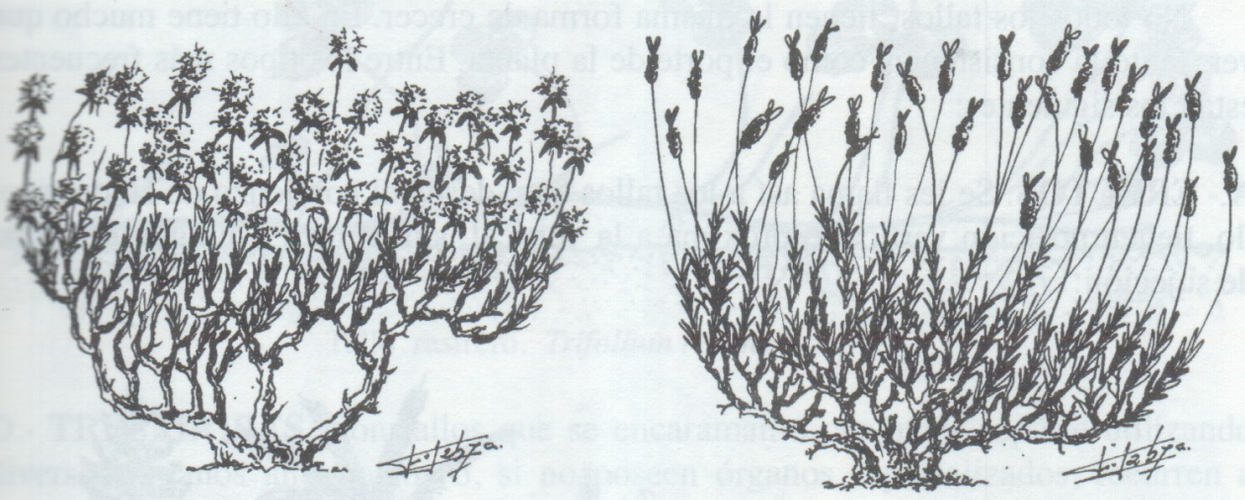
Árboles
Tienen un tronco bien definido y en general carecen de ramas hasta cierta altura (orig.).

Arbusto
Se ramifica desde la base y no suele rebasar los diez metros (orig.).

Estípite
Tienen un tronco largo y no ramificado que culmina en un penacho de hojas (orig.).

Diversos tallos leñosos (orig.).

C.- **SUFRUTICOSOS**. Se les llama así a los tallos que tienen la parte basal leñosa y la parte superior herbácea. Suelen ser matas de pequeño porte.



Thymus mastichina L. (orig.). *Lavandula stoechas* L. (orig.).

Diversos tallos sufruticosos (orig.).

D.- **FISTULOSOS**. Son tallos con nudos macizos y entrenudos huecos. La médula se ha reabsorbido dejando el tallo con la típica estructura de las "cañas".

Avena sterilis L. *Hordeum vulgare* L. *Arundo donax* L.

Diversos tallos fistulosos (orig.).

4.- TIPOS DE TALLOS SEGÚN LA FORMA DE CRECIMIENTO

No todos los tallos tienen la misma forma de crecer. En ello tiene mucho que ver tanto la consistencia como el porte de la planta. Entre los tipos más frecuentes están los siguientes:

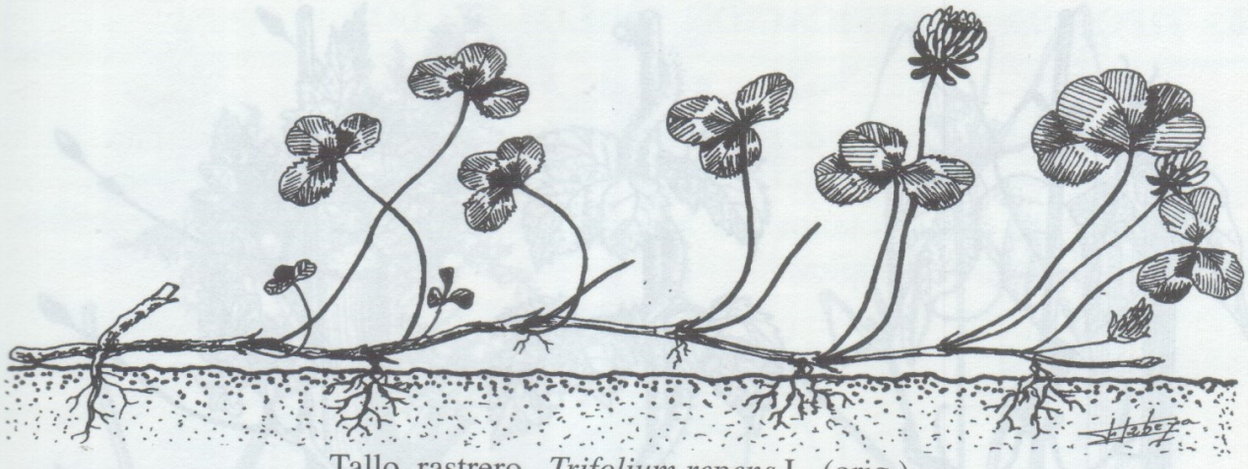
A.- **ERECTOS**. Se les llama así a los tallos que, desde el comienzo de su desarrollo, tienen posición vertical o próxima a la vertical, sin recurrir a ningún otro tipo de sujeción.

Diversos tallos erectos (orig.).

B.- **DECUMBENTES**. Son tallos que se arrastran por el suelo sin arraigar en él.

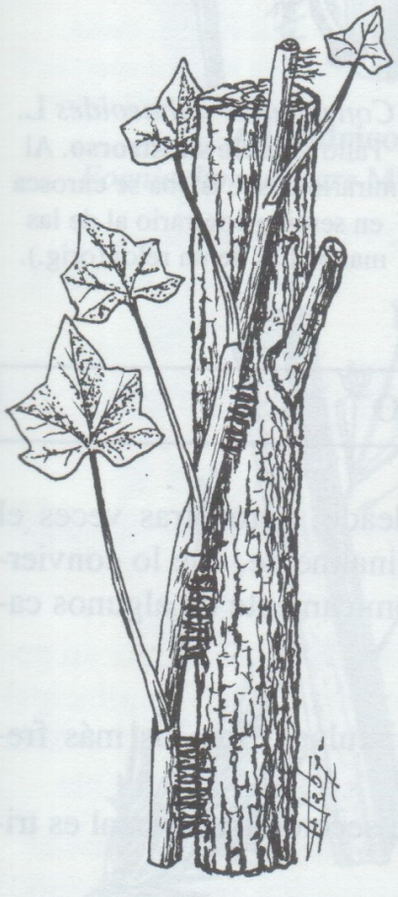
Tallo decumbente. *Scorpiurus muricatus* L. (orig.).

C.- **RASTREROS**. Son tallos que crecen arrastrándose por el suelo y generalmente van echando raíces adventicias de trecho en trecho.

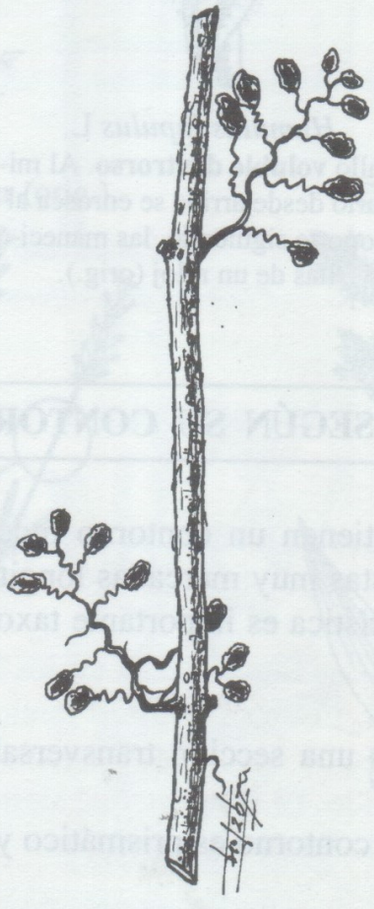


Tallo rastrero. *Trifolium repens* L. (orig.).

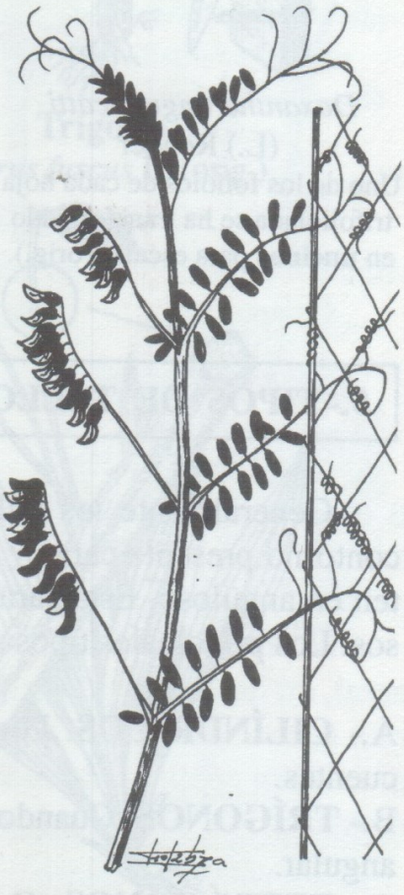
D.- **TREPADORES**. Son tallos que se encaraman a cualquier soporte utilizando diversos órganos anatómicos o, si no poseen órganos especializados, recurren a otros procedimientos. Veamos algunos ejemplos:



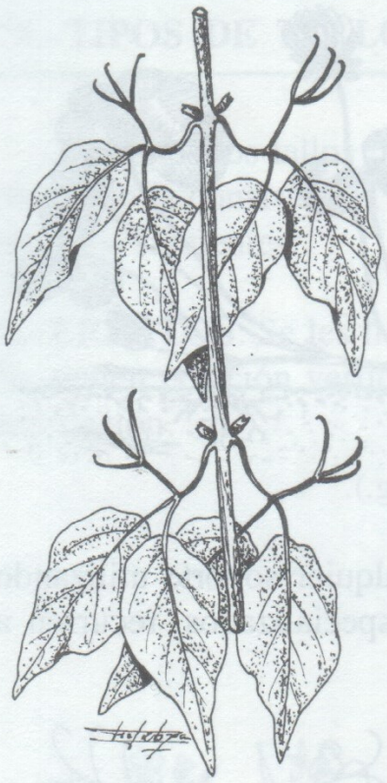
Hedera helix L.
Con **raíces adventicias** que se adhieren a troncos, muros, o a cualquier otro soporte (orig.).



Parthenocissus quinquefolia (L.) Planchon
Con **zarcillos** terminados en **discos adhesivos** para sujetarse a paredes, techos, rocas (orig.).

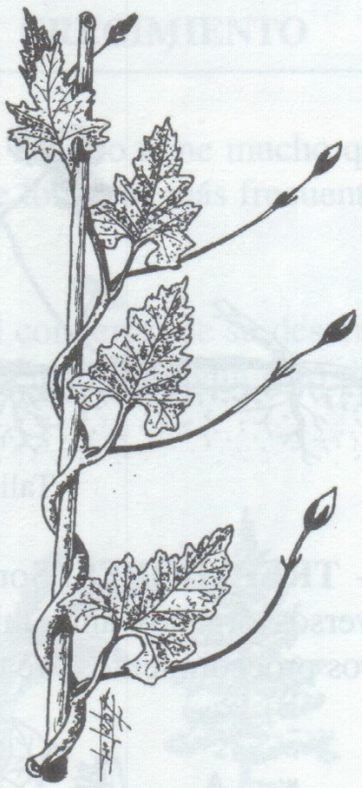


Vicia cracca L.
Con **zarcillos filiformes** que se enroscan helicoidalmente en un soporte (orig.).



Doxantha unguis-catti (L.) Rehder
Uno de los folíolos de cada hoja trifoliolada se ha transformado en **uncinas** para escalar (orig.).

Humulus lupulus L.
Tallo **voluble dextrorso**. Al mirarlo desde arriba se enrosca al soporte siguiendo las manecillas de un reloj (orig.).



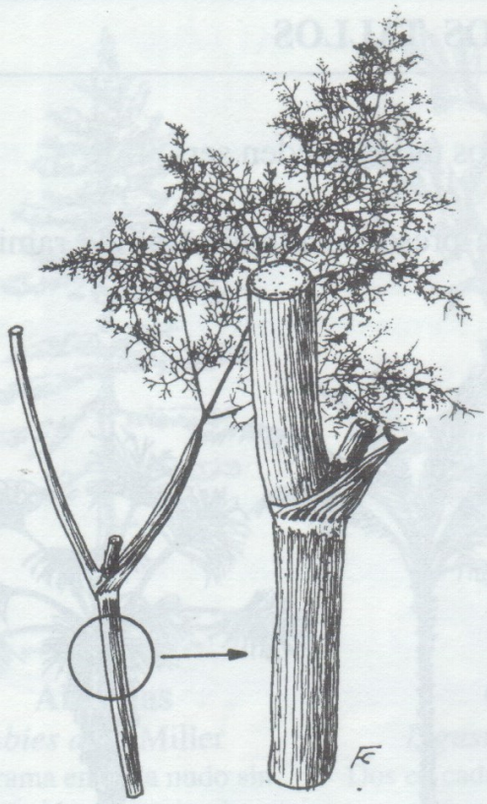
Convolvulus althaeoides L.
Tallo **voluble sinistrorso**. Al mirarlo desde arriba se enrosca en sentido contrario al de las manecillas de un reloj (orig.).

5.- TIPOS DE TALLOS SEGÚN SU CONTORNO

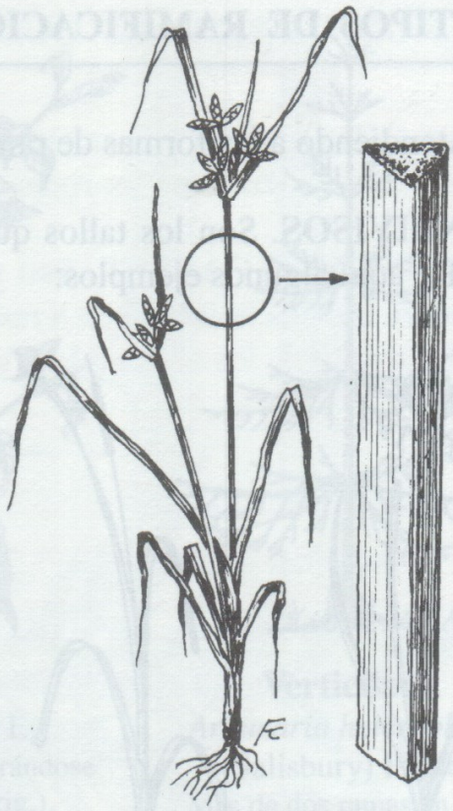
Generalmente los tallos tienen un contorno redondeado, pero otras veces el contorno presenta caras y aristas muy marcadas longitudinalmente, que lo convierten en anguloso. Esta característica es importante taxonómicamente en algunos casos. Los principales tipos son:

A.- **CILÍNDRICOS**. Poseen una sección transversal circular. Son los más frecuentes.
B.- **TRÍGONOS**. Cuando su contorno es prismático y su sección transversal es triangular.
C.- **TETRÁGONOS**. Con contorno prismático y su sección transversal es cuadrangular.
D.- **PENTÁGONOS**. Su contorno es prismático y su sección transversal es pentagonal.

A continuación se presentan algunos ejemplos característicos:

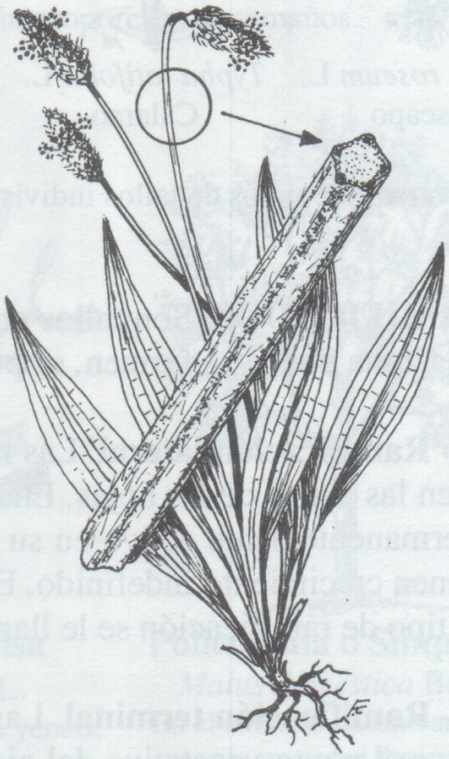


Cilíndrico
Foeniculum vulgare Miller (orig.).



Trígono
Cyperus fuscus L. (orig.).

Tetrágono
Lavandula angustifolia Miller (orig.).



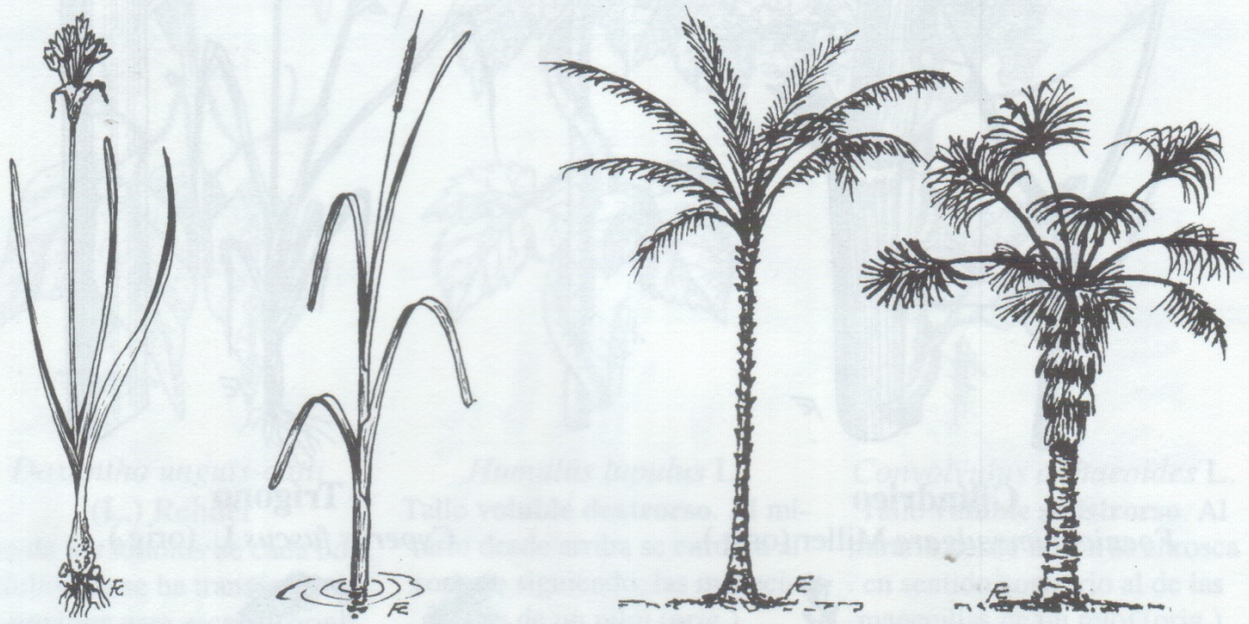
Pentágono
Plantago lanceolata L. (orig.).

Diversos tipos de tallos según su contorno.

6.- TIPOS DE RAMIFICACIÓN EN LOS TALLOS

Atendiendo a las formas de ramificación, los tallos pueden ser:

A.- **INDIVISOS**. Son los tallos que no suelen presentar ningún tipo de ramificación. He aquí algunos ejemplos:



Allium roseum L. Escapo — *Typha latifolia* L. Cálamo — *Phoenix dactylifera* L. Estípite — *Washingtonia filifera* H. Estípite

Diversos ejemplos de tallos indivisos sin proporción de tamaños entre ellos (orig.).

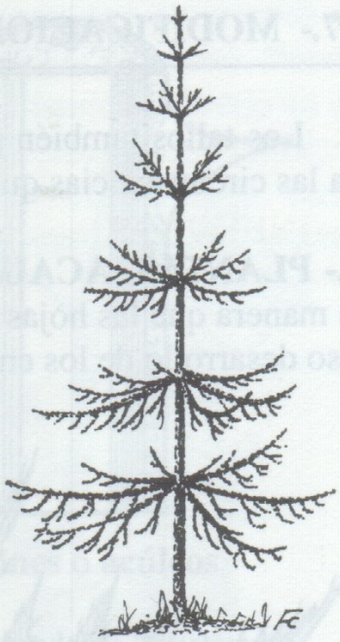
B.- **RAMIFICADOS.** Son tallos en los cuales sí se desarrollan ramas. Dependiendo de la zona donde se formen, se pueden distinguir dos tipos de ramificación:

1.- **Ramificación lateral**. Las ramas nacen en los flancos del tallo y, por lo general, en las axilas de las hojas. En estos tallos el punto vegetativo del eje principal está permanentemente activo en su función meristemática de crecimiento. Se diría que tienen crecimiento indefinido. El eje principal siempre queda preponderante.
A este tipo de ramificación se le llama **monopódica**.

2.- **Ramificación terminal**. Las ramas nacen en la extremidad del tallo. En estos casos el punto vegetativo del eje principal cesa en su crecimiento apical ya sea porque la yema se atrofia (pierde su facultad meristemática), o porque forma una flor o forma un zarcillo. La preponderancia del eje principal desaparece. Ver ejemplos de ambos tipos de ramificación en página siguiente.

Alternas
Abies alba Miller
Una rama en cada nudo sin dirección determinada (orig.).

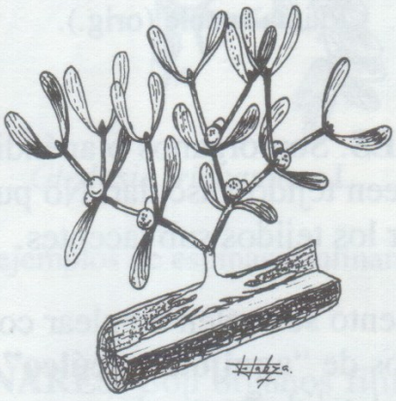
Opuesta
Ligustrum vulgare L.
Dos en cada nudo encontrándose una frente a la otra (orig.).



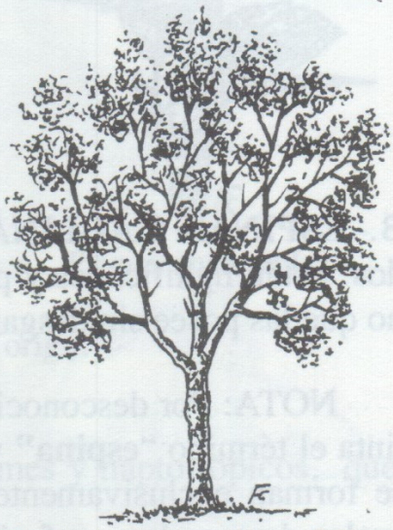
Verticilada
Araucaria heterophylla (Salisbury) Franco
Más de dos ramas en cada nudo (orig.).

Diversos tipos de ramificación lateral sin proporción de tamaños.

Dicotómica verdadera
Valerianella discoidea (L) Loisel
De cada extremo nacen dos yemas iguales que dan dos ramas divergentes (orig.).



Dicotómica falsa
Viscum album L.
Del extremo nacen tres yemas; la del medio da una rama atrofiada y las laterales dan dos ramas divergentes (orig.).



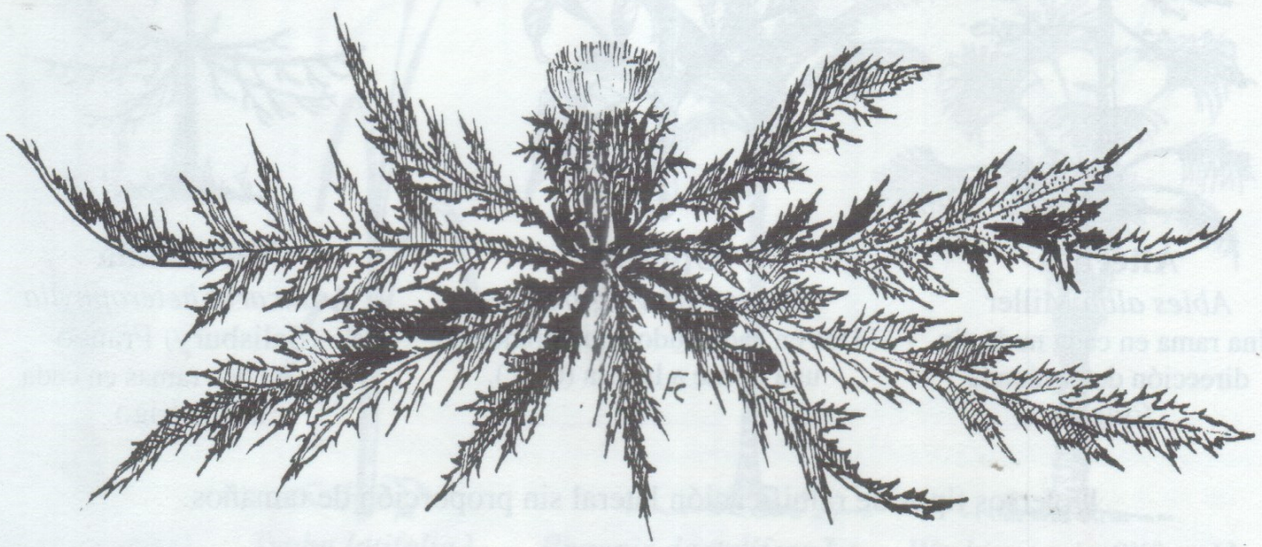
Policótoma o Simpódica
Malus domestica Borkh
En el extremo nacen varias yemas sin un orden determinado (orig.).

Diversos tipos de ramificación terminal sin proporción de tamaños entre ellos.

7.- MODIFICACIONES QUE PRESENTAN LOS TALLOS

Los tallos también presentan diversas modificaciones para adaptarse al medio y a las circunstancias que les rodean. Entre las principales están las siguientes:

A.- **PLANTAS ACAULES.** Son plantas de tallo tan corto que parece no existir; de manera que las hojas nacen a ras de suelo en forma de roseta. Esto se debe al escaso desarrollo de los entrenudos. Veamos algún ejemplo:



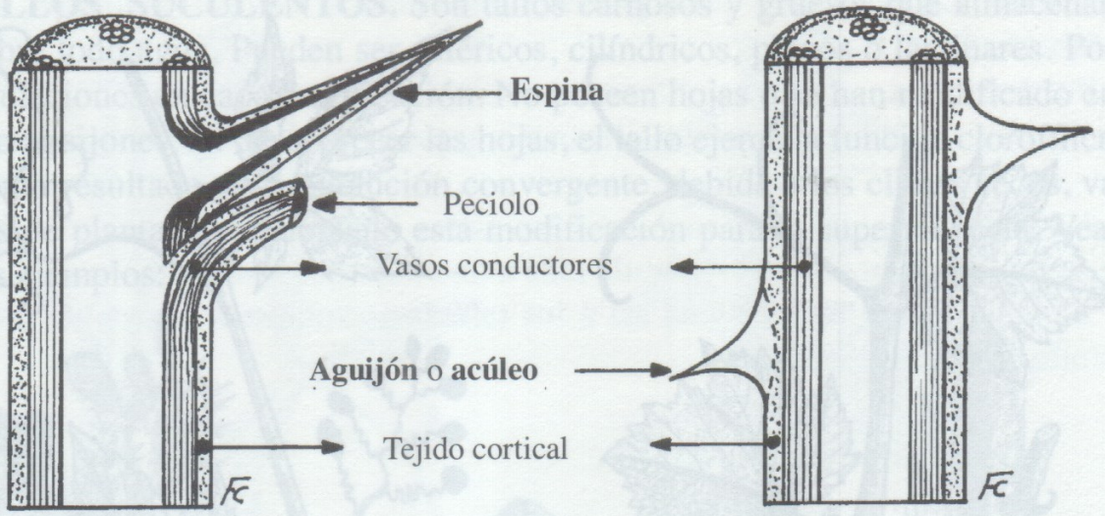
Chamaeleon gummifer (L.) Gass.

Planta acaule (orig.).

B.- **ESPINAS CAULINARES**. Son órganos o apéndices endurecidos y puntiagudos. Están lignificados y poseen tejido vascular. No pueden desprenderse del órgano que las posee sin desgarrar los tejidos subyacentes.

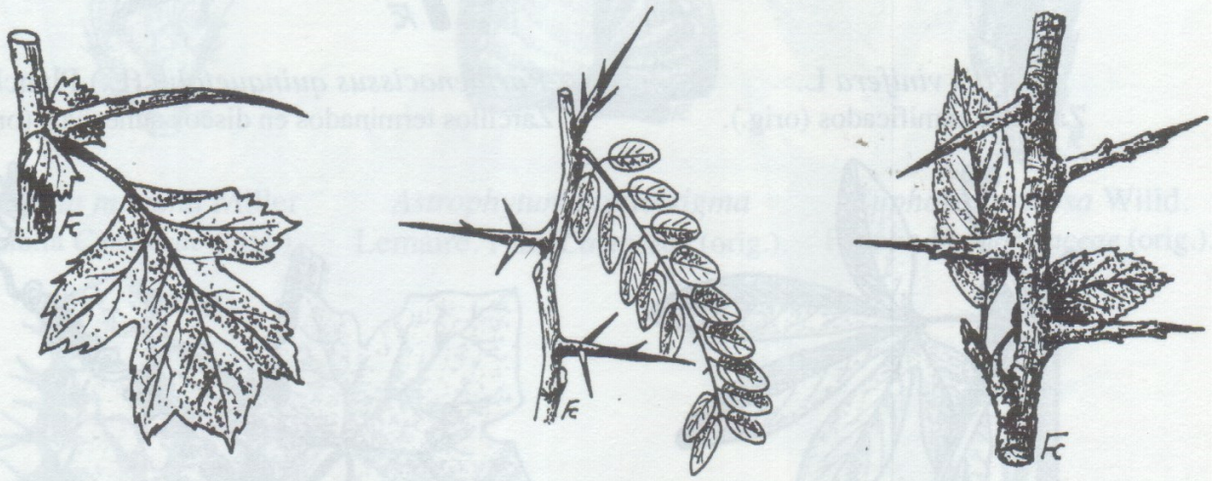
NOTA: Por desconocimiento se suelen emplear con frecuencia de forma indistinta el término "**espina**" y los de "**aguijón** o **acúleo**". Sin embargo, estos últimos se forman exclusivamente del tejido cortical, no poseen vasos conductores y se suelen desprender con facilidad dejando la huella de su ubicación.

A continuación se muestran de forma esquemática las principales diferencias entre ambos conceptos.



Espinas caulinares **Aguijones o acúleos**

Sección longitudinal esquemática de espina y aguijones (Adaptado de Strasburger).

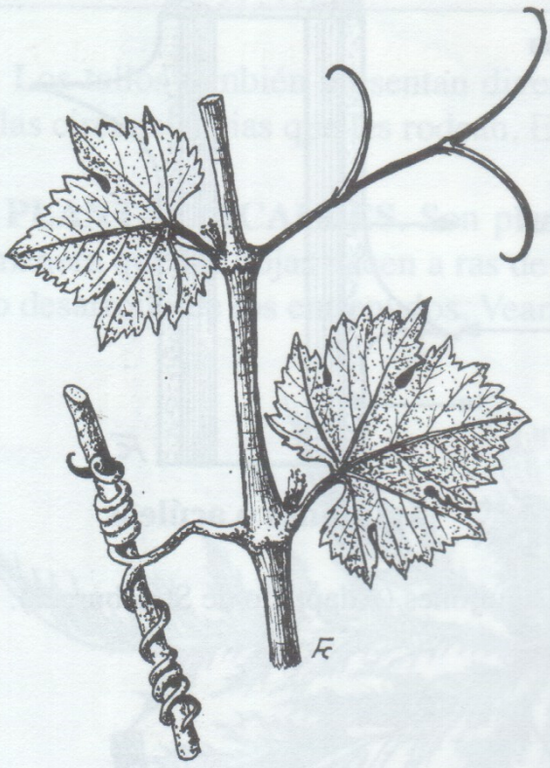


Crataegus monogyna Jacq. *Gleditsia triacanthos* L. *Prunus spinosa* L.

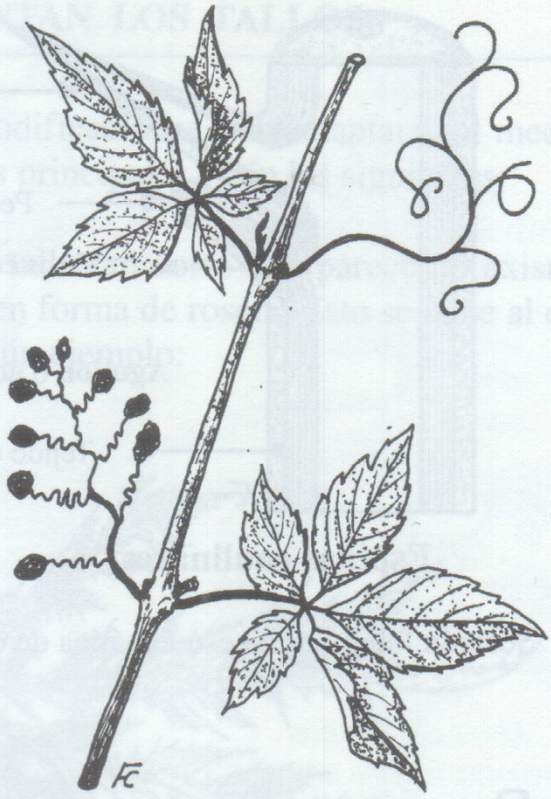
Diversos ejemplos de espinas caulinares (orig.).

C.- **ZARCILLOS CAULINARES**. Son órganos filiformes y haptotrópicos, que las plantas usan exclusivamente para trepar.

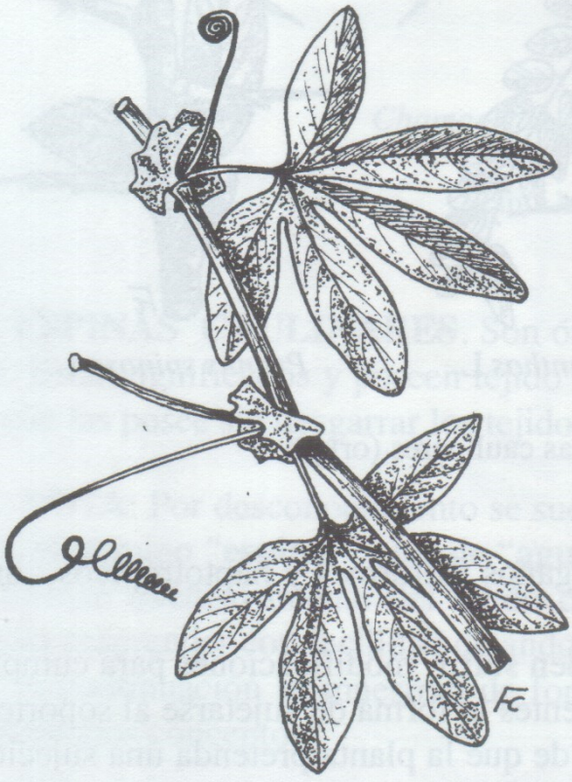
Pueden ser simples o ramificados y pueden sufrir modificaciones para cumplir mejor su función específica. Incluso es diferentes la forma de sujetarse al soporte y la manera de formar los bucles dependiendo de que la planta pretenda una sujeción firme o elástica. Veamos en las imágenes que siguen a continuación algunos ejemplos concretos.



Vitis vinifera L.
Zarcillos ramificados (orig.).



Parthenocissus quinquefolia (L.) Planchon
Zarcillos terminados en discos adhesivos (orig.).



Passiflora coerulea L.
La ramita axilar convertida en zarcillo (orig.).

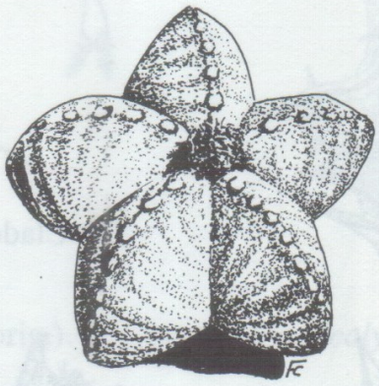
Bryonia dioica Jacq.
Zarcillo con sujeción elástica (orig.).

Diversos tipos de zarcillos caulinares (orig.).

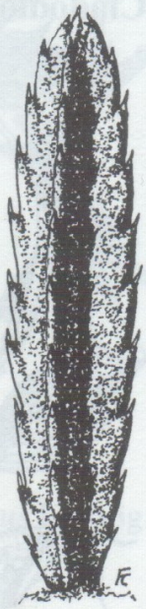
D.- **TALLOS SUCULENTOS.** Son tallos carnosos y gruesos que almacenan jugos, sobre todo agua. Pueden ser esféricos, cilíndricos, planos o laminares. Poseen estrangulaciones en cada ramificación. No poseen hojas o se han modificado en escamas o aguijones. Al desaparecer las hojas, el tallo ejerce la función clorofílica.

Como resultado de la evolución convergente, debida a los climas secos, varias familias de plantas han adoptado esta modificación para la supervivencia. Veamos algunos ejemplos:

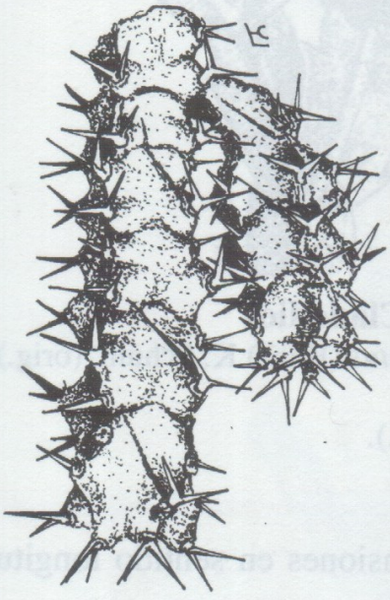
Opuntia maxima Miller
Familia *Cactaceae* (orig.).



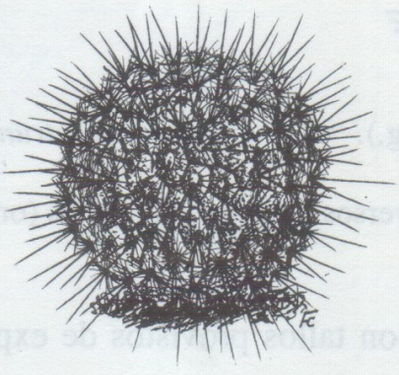
Astrophytum myriostigma
Lemaire. Fam. *Cactaceae* (orig.).



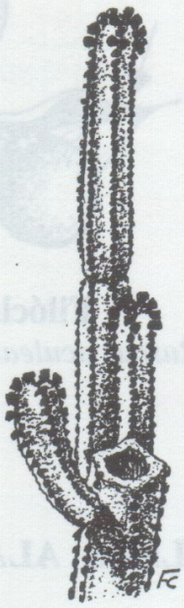
Euphorbia virosa Willd.
Familia *Euphorbiaceae* (orig.).



Stapelia gigantea
N. E. Br.
Familia *Asclepiadaceae* (orig.).



Mammillaria geminispina
Haw.
Familia *Cactaceae* (orig.).



Euphorbia canariensis L.
Familia *Euphorbiaceae* (orig.).

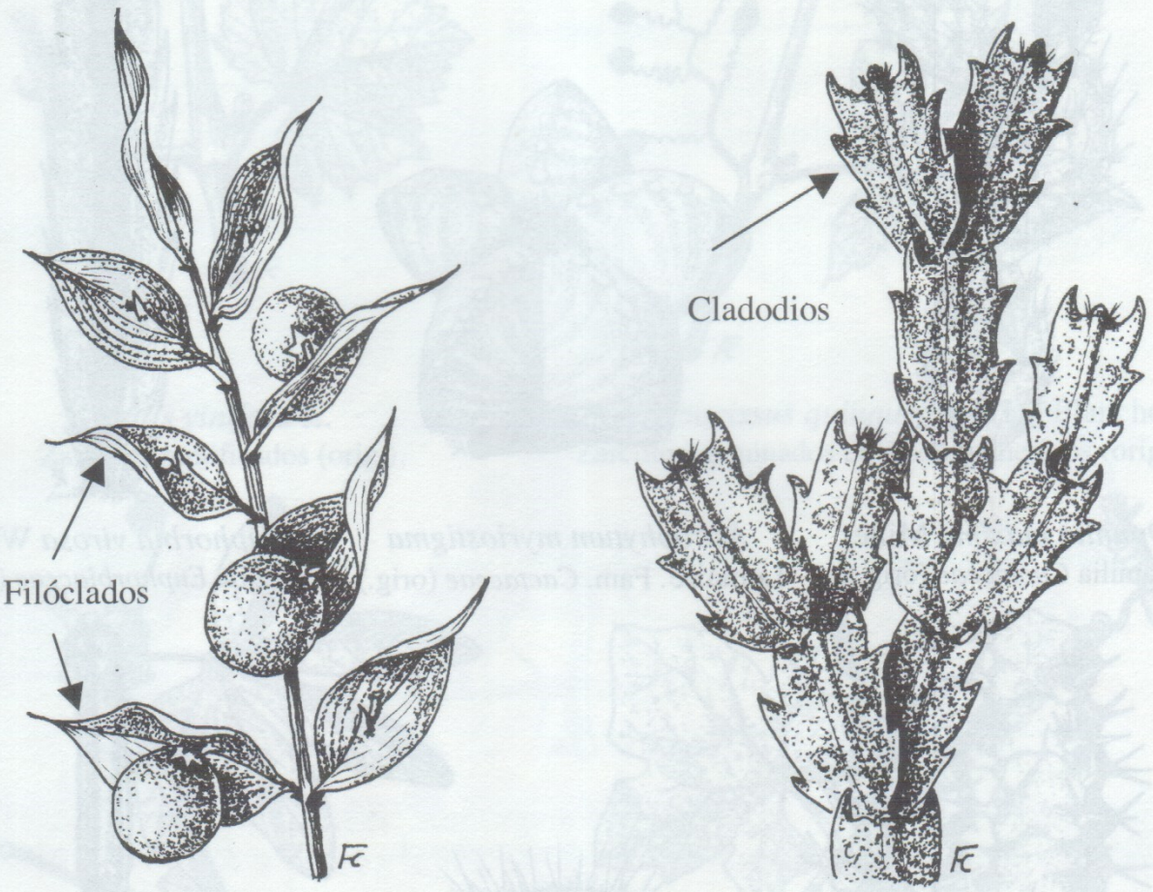
Diversos tipos de tallos suculentos (orig.).

E.- **PLATÍCLADOS**. Son tallos planos, comprimidos, incluso laminares, verdes y con función foliar.

Pueden citarse dos tipos diferentes, aunque a veces se hace difícil distinguir entre los dos términos que se les aplican. En general se admiten los siguientes:

1.- **Filóclados**. Se les llama así a los tallos braquiblastos laminares de crecimiento limitado. Su aspecto recuerda más a una hoja que a un tallo.

2.- **Cladodios**. Se les llama así a los tallos macroblastos planos de cremiento continuo.



Filóclados
Ruscus aculeatus L. (orig.).

Cladodios
Zygocactus truncatus (Haw.) K. Schum. (orig.).

Diversos tipos de platíclados (orig.).

F.- **TALLOS ALADOS.** Son tallos provistos de expansiones en sentido longitudinal.

Existen diversos grupos de plantas que poseen esta modificación, entre los que podemos citar los géneros *Lathyrus, Scolymus, Onopordum*, etc. Veamos a continuación algunos ejemplos:

Lathyrus latifolius L. (orig.).

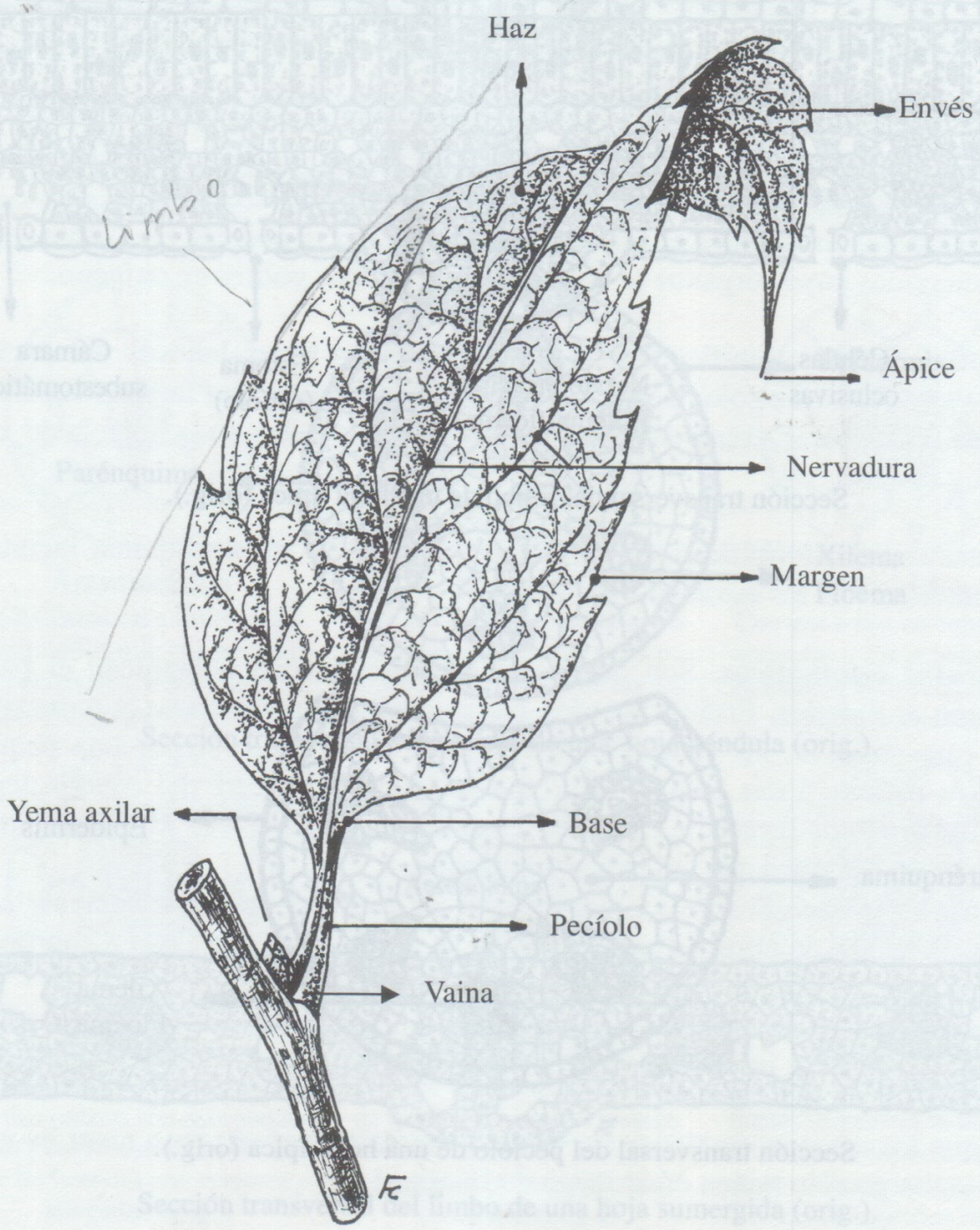
Scolymus maculatus L. (orig.).

Diversos tipos de tallos alados (orig.).

CAPÍTULO IV
LA HOJA

1.- ESTRUCTURA DE LA HOJA

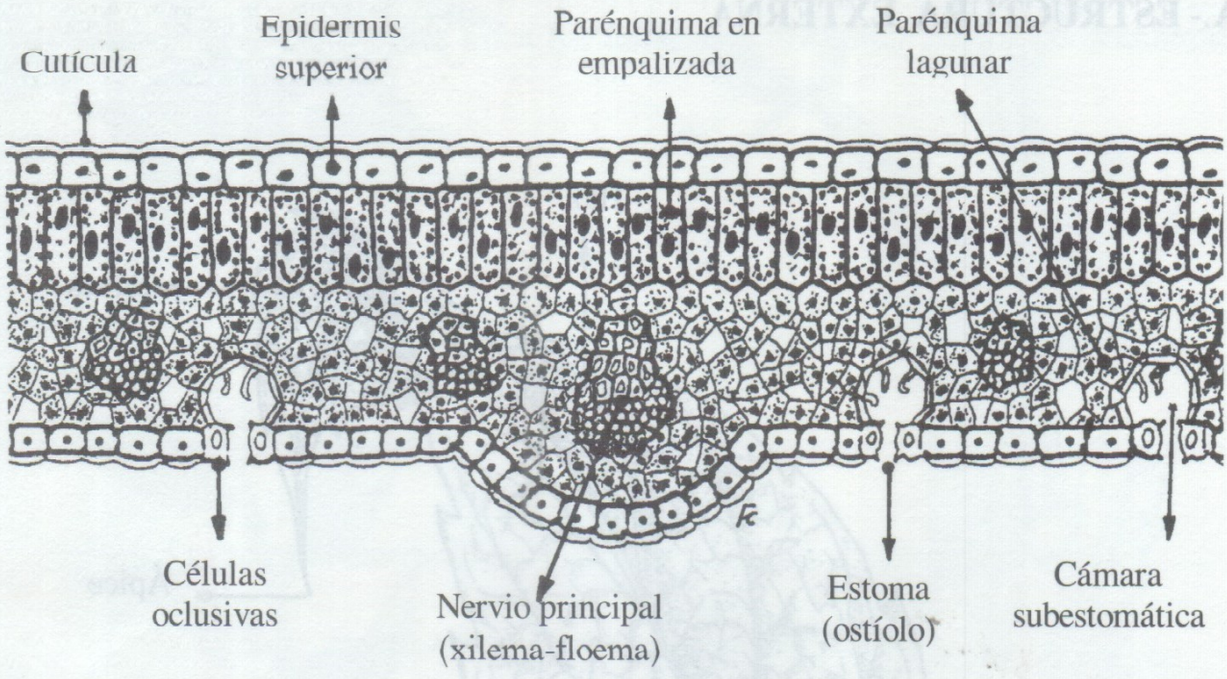
A.- ESTRUCTURA EXTERNA



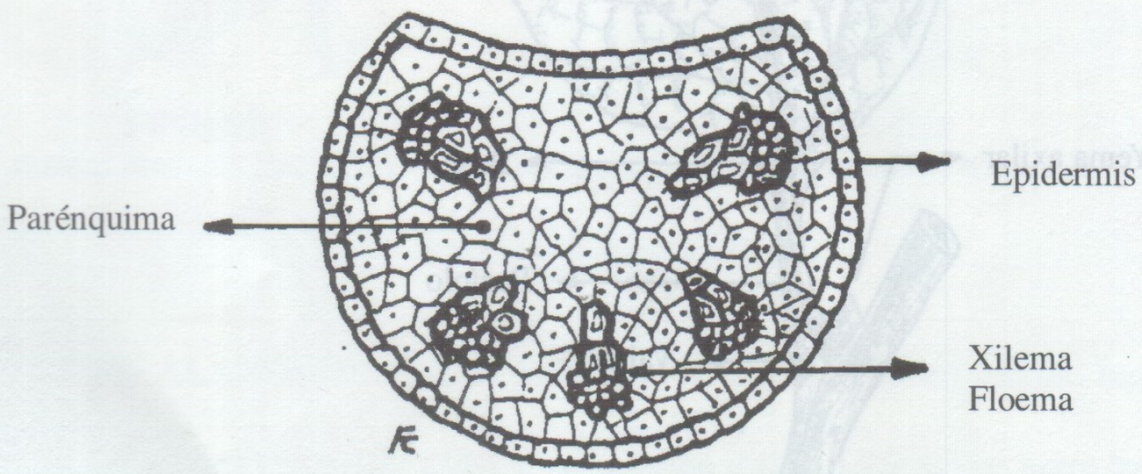
Estructura externa de una hoja típica (orig.).

B.- ESTRUCTURA INTERNA

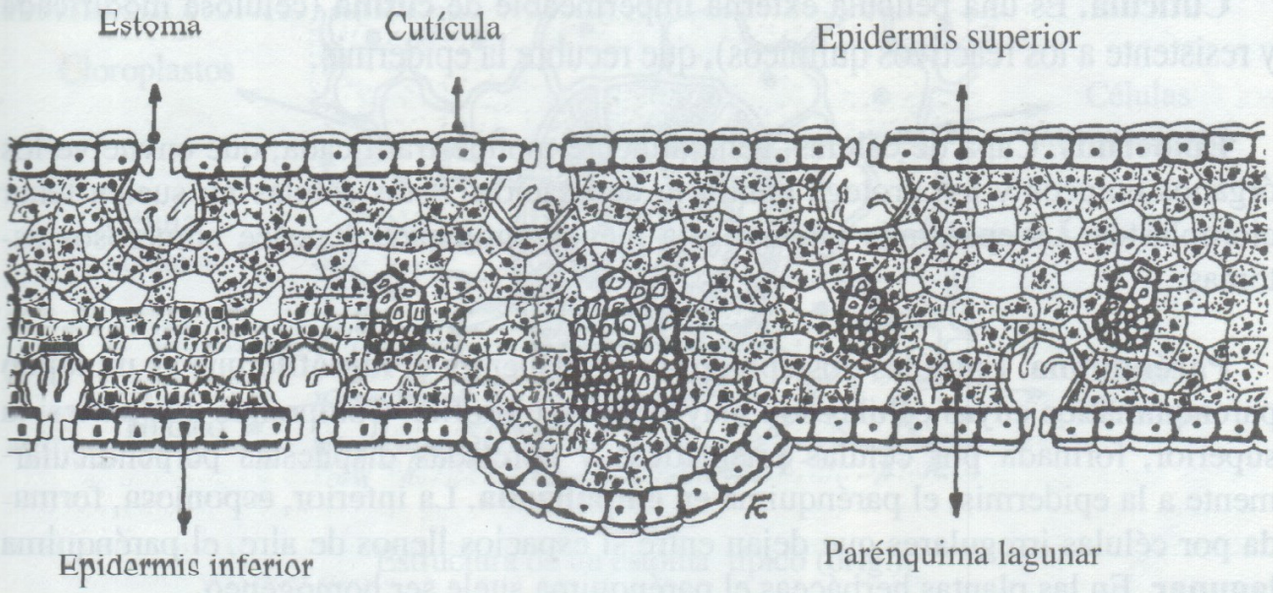
La mayoría de las hojas poseen una estructura interna muy similar, pero varía dependiendo de si se trata de hojas epigeas, péndulas, flotantes, sumergidas, etc. En cualquier caso poseen las siguientes estructuras generales:



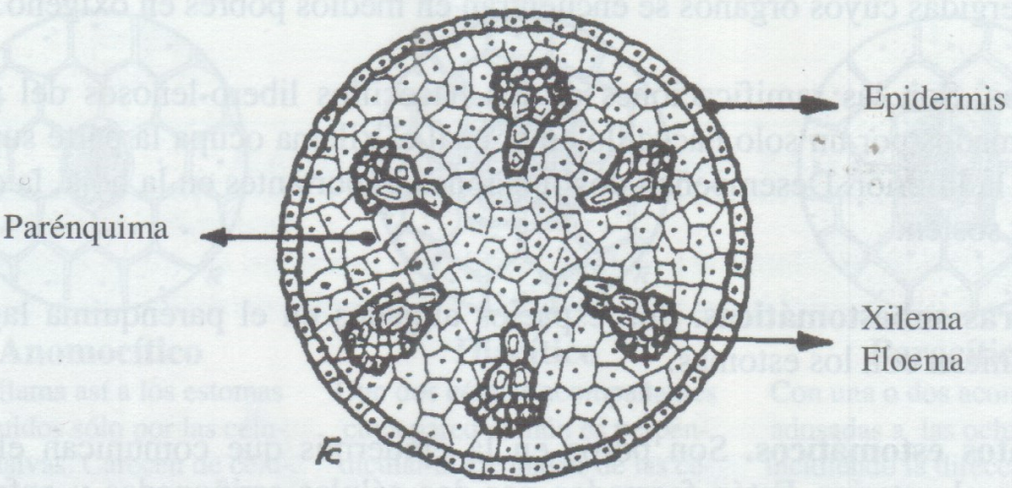
Sección transversal del limbo de una hoja típica (orig.).



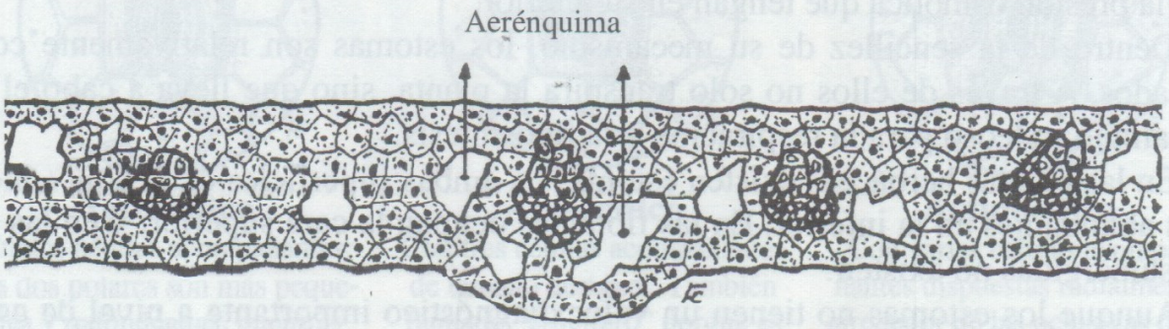
Sección transversal del pecíolo de una hoja típica (orig.).



Sección transversal del limbo de una hoja péndula (orig.)



Sección transversal del pecíolo de una hoja péndula (orig.).



Sección transversal del limbo de una hoja sumergida (orig.).

FACULTAD DE CIENCIAS
BIBLIOTECA
GRANADA

Cutícula. Es una película externa impermeable de **cutina** (celulosa modificada y resistente a los reactivos químicos), que recubre la epidermis.

Epidermis. Capa de células, generalmente monoestratificada, que envuelve los órganos epigeos y los protege contra la desecación. Estas células no suelen tener cloroplastos. La epidermis inferior está menos cutinizada y posee numerosos estomas.

Parénquima. Entre las dos epidermis se encuentra el **mesófilo** que es un tejido parenquimático cuyas células son muy ricas en clorofila. Comprende dos partes: la superior, formada por células prismáticas y apretadas dispuestas perpendicularmente a la epidermis, el parénquima en **empalizada.** La inferior, esponjosa, formada por células irregulares que dejan entre sí espacios llenos de aire, el parénquima **lagunar**. En las plantas herbáceas el parénquima suele ser homogéneo.

Aerénquima. Es una variante del parénquima. Es muy esponjoso a causa de los grandes espacios intercelulares aeríferos. Con frecuencia aparece en plantas acuáticas sumergidas cuyos órganos se encuentran en medios pobres en oxígeno.

Nervios. Son las ramificaciones de los hacecillos libero-leñosos del pecíolo. Están formados por un solo hacecillo en el cual el xilema ocupa la parte superior y el floema la inferior. Desempeñan dos funciones importantes en la hoja, la de conducción y sostén.

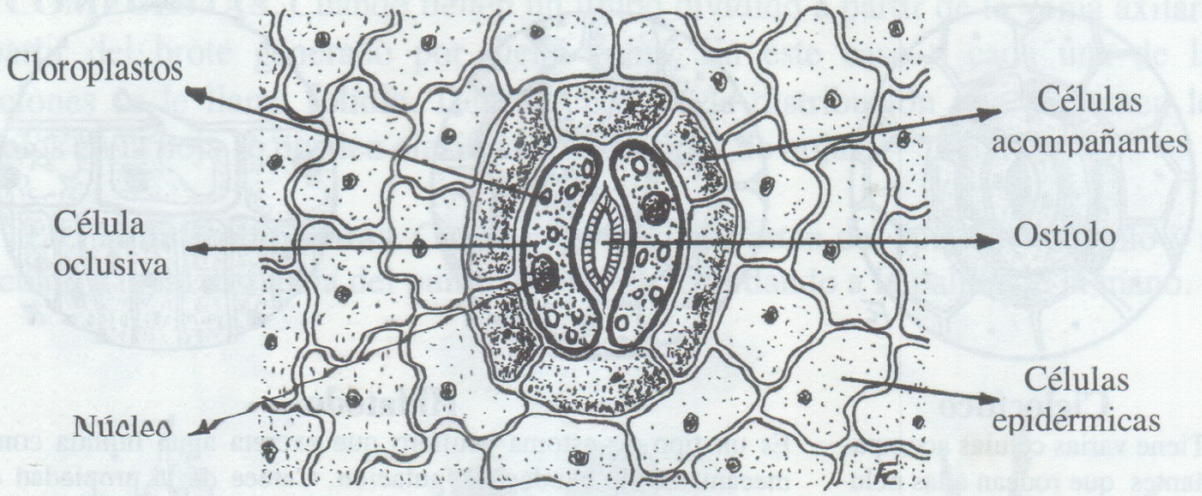
Cámaras subestomáticas. Son espacios alojados en el parénquima lagunar y que comunican con los estomas.

Aparatos estomáticos. Son poros en la epidermis que comunican el parénquima con el exterior. Están formados por dos células arriñonadas y enfrentadas por su cara cóncava, las **células oclusivas,** que dejan entre ambas una pequeña abertura u **ostíolo.** Estas células controlan la apertura o cierre del ostíolo dependiendo del grado de turgencia en que se encuentran, que a su vez está determinada por la presión osmótica que tengan en su interior.

Dentro de la sencillez de su mecanismo, los estomas son relativamente complicados. A través de ellos no sólo transpira la planta, sino que lleva a cabo el intercambio gaseoso para la respiración y la fotosíntesis.

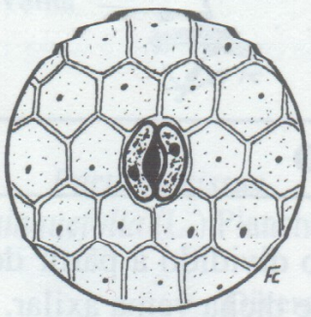
En las plantas herbáceas existen estomas en ambas superficies de la hoja aunque más abundantes en la inferior. En las flotantes ocupan la cara superior; y en las hojas sumergidas no existen.

Aunque los estomas no tienen un valor diagnóstico importante a nivel de especie, sin embargo sí lo tienen en el rango de familia.



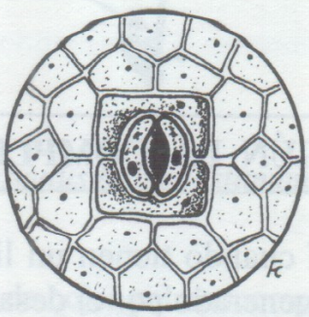
Estructura de un estoma típico (orig.).

Las diferencias entre los principales tipos de estomas están en el origen de las células acompañantes y en el número y distribución de éstas. Veamos algunos:



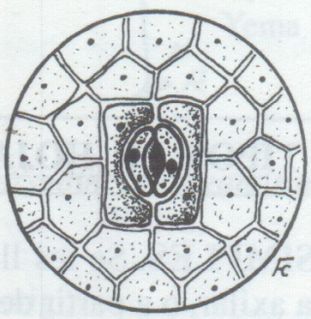
Anomocítico

Se les llama así a los estomas constituidos sólo por las células oclusivas. Carecen de células acompañantes (orig.).



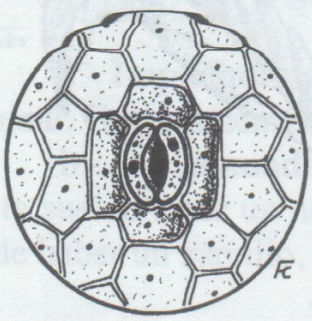
Diacítico

Con dos células acompañantes cuya pared común es perpendicular al eje mayor de las células oclusivas (orig.).



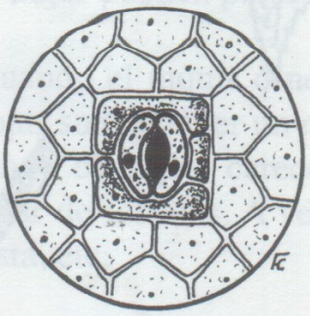
Paracítico

Con una o dos acompañantes adosadas a las oclusivas, coincidiendo la dirección del eje mayor en todas (orig.).



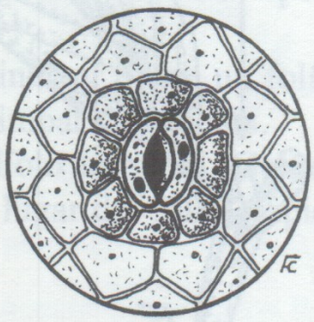
Tetracítico

Cuatro células acompañantes; las dos polares son más pequeñas y redondeadas, mientras que las laterales son mayores y alargadas (orig.).



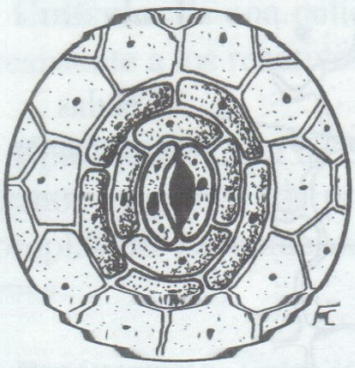
Anisocítico

Con tres células acompañantes de tamaño desigual. También llamado "crucífero" porque es frecuente entre las plantas crucíferas (orig.).



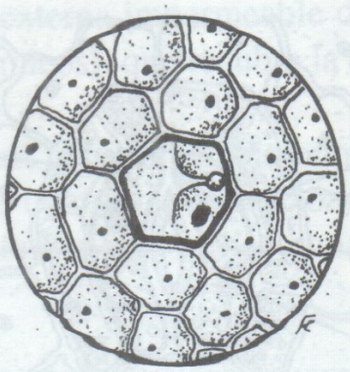
Actinocítico

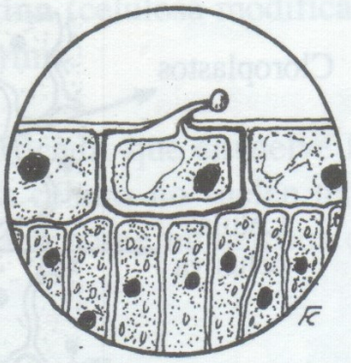
Con varias células acompañantes dispuestas radialmente alrededor de las oclusivas dando el conjunto un aspecto más o menos simétrico (orig.).



Ciclocítico

Tiene varias células acompañantes que rodean a las oclusivas en forma de círculo. A veces existen varias capas en disposición concéntrica (orig.).





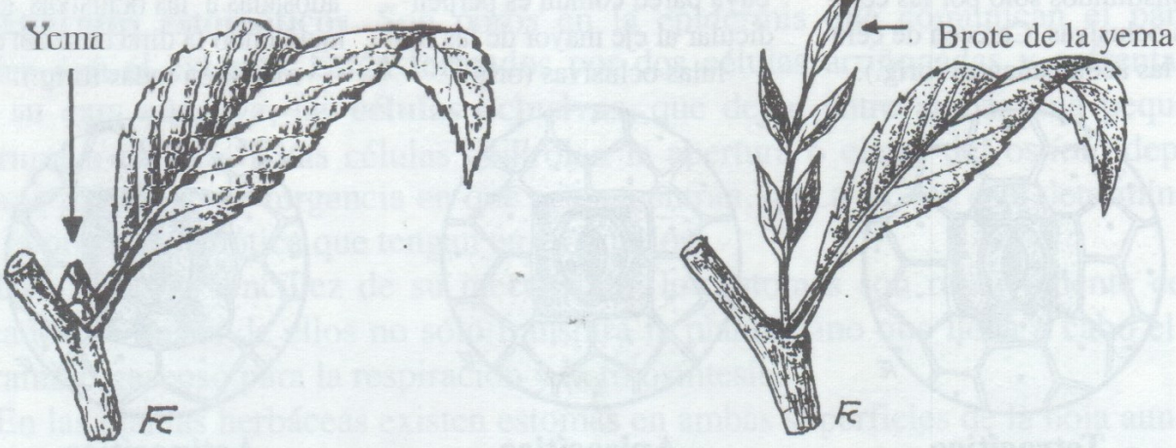
Hidatodo

Es un tipo de estoma acuífero que excreta agua líquida como mecanismo de exudación, gutación. Carece de la propiedad de apertura y cierre, saliendo el agua pasivamente. Los unicelulares, como éste, están formados por una célula epidérmica rematada en una prolongación en forma de pelo por donde desprende el agua. Los pluricelulares se presentan en forma de tricomas en las terminaciones de los últimos nervios foliares (orig.).

Diversos tipos de estomas según clasificación de A. E. Radford. (orig.).

2.- TIPOS DE HOJAS SEGÚN LA COMPLEJIDAD

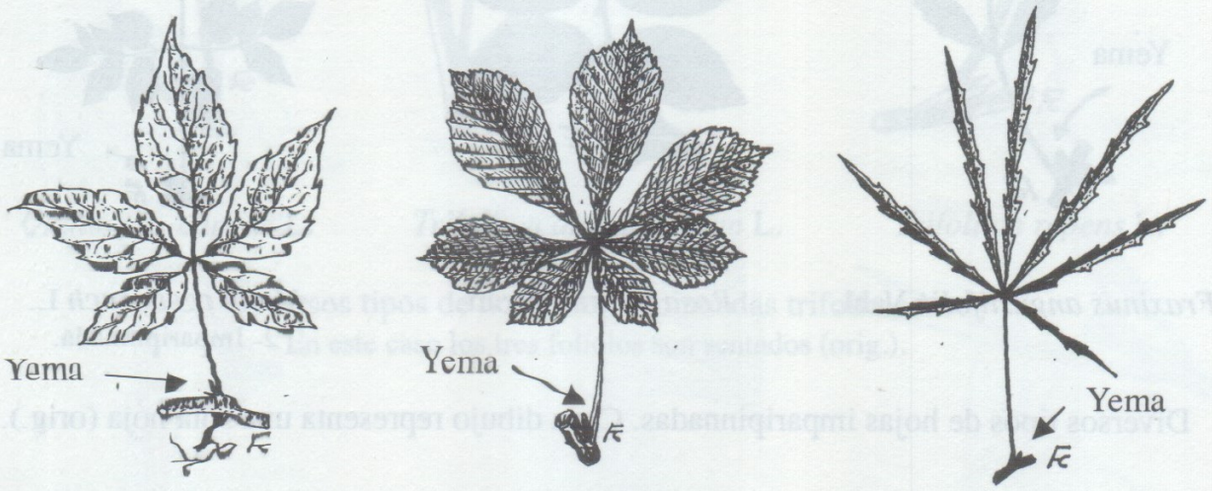
A.- **SIMPLES**. Se les llama así cuando tienen un limbo no dividido a partir de la yema axilar, o a partir del brote generado por el desarrollo de dicha yema axilar.



Hojas simples (orig.).

B.- **COMPUESTAS.** Cuando tienen un limbo dividido a partir de la yema axilar o a partir del brote generado por dicha yema. En este caso a cada una de las porciones se le llama **folíolo**. Dependiendo de la distribución que presenten los folíolos en la hoja se pueden clasificar en dos tipos de hojas:

1.- **Palmaticompuestas.** Cuando los folíolos parten del ápice del pecíolo y se articulan a igual distancia del punto de origen, recordando a la palma de la mano.



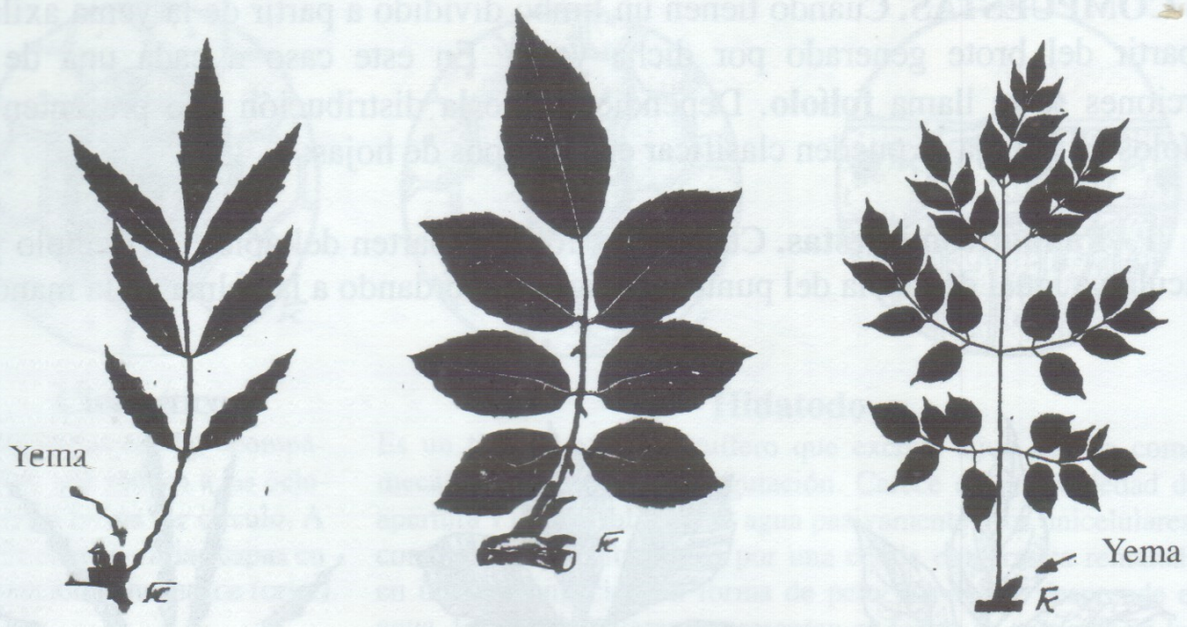
Parthenocissus quinquefolia (L.) Planchon | *Aesculus hippocastanum* L. | *Dizygotheca elegantísima* Veitch.

Diversos tipos de hojas palmaticompuestas (orig.).

2.- **Pinnaticompuestas.** Cuando los folíolos se distribuyen a ambos lados del raquis foliar, recordando la distribución de las "barbas" en el raquis de una pluma de ave. Dentro de este grupo de hojas pueden presentarse a su vez otros dos tipos, a saber:

a.- **Imparipinnadas.** Cuando el raquis o nervio principal posee un folíolo terminal. Generalmente estas hojas suelen tener un número impar de folíolos.

b.- **Paripinnadas.** Cuando el raquis carece de folíolo terminal. Generalmente suelen tener un número par de folíolos. A veces, en lugar del folíolo apical, puede haber un zarcillo, una arista, etc.



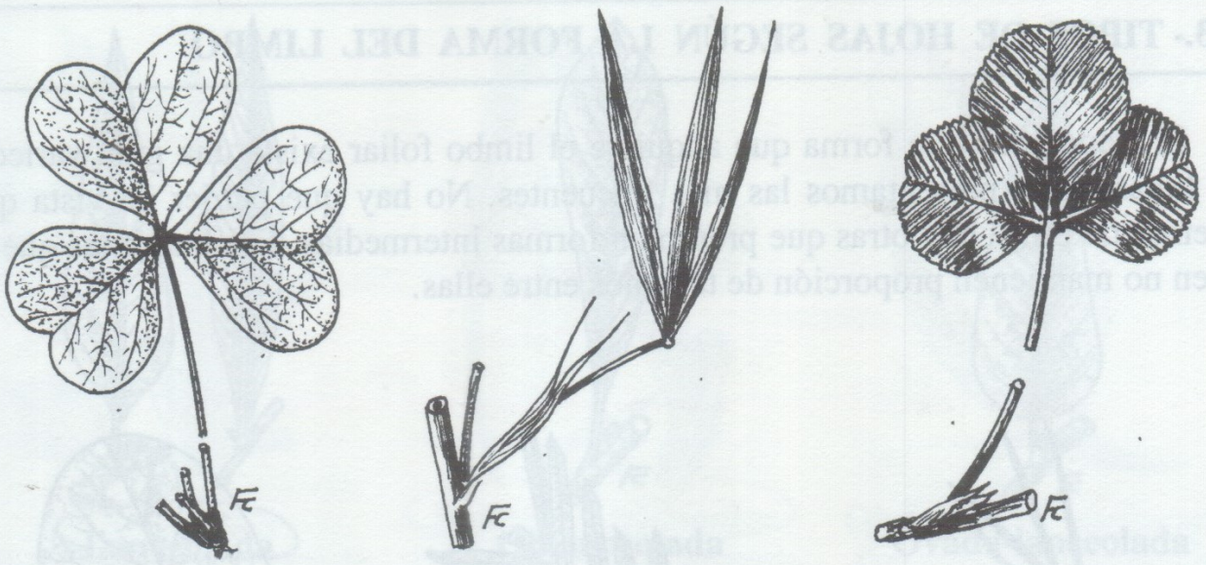
Fraxinus angustifolia Vahl. *Rosa pouzinii* Tratt. *Melia azedarach* L.

2- Imparipinnada.

Diversos tipos de hojas imparipinnadas. Cada dibujo representa una sola hoja (orig.).

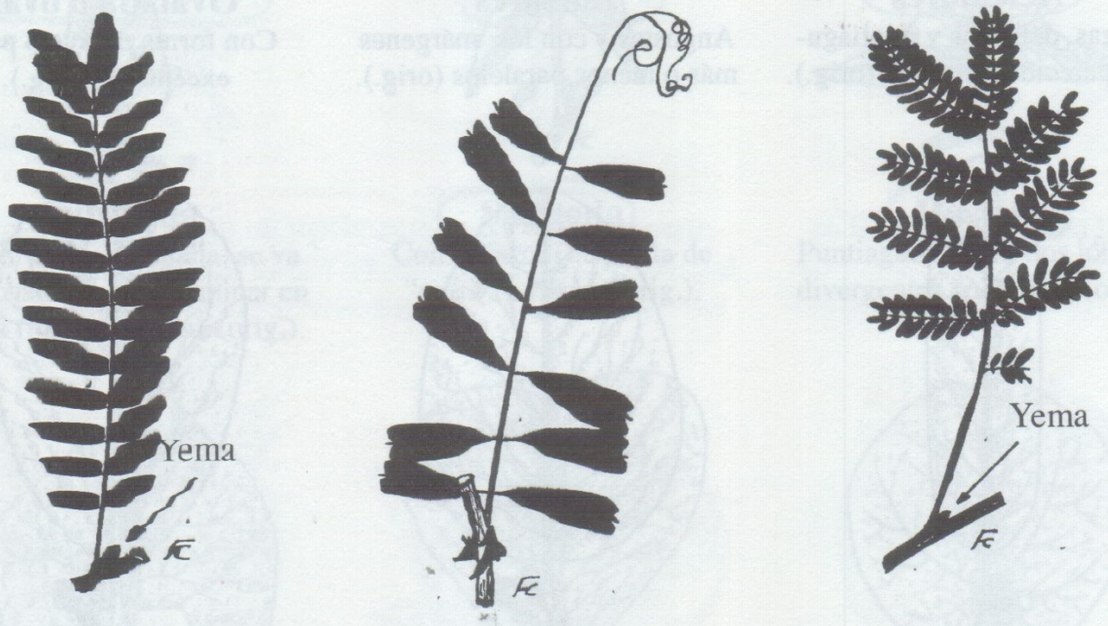
Jasminum primulinum Lindley *Medicago ciliaris* (L.) All. *Medicago polymorpha* L.

Diversos tipos de hojas imparipinnadas trifolioladas.
El folíolo impar es peciolulado y los otros sentados (orig.).



Oxalis pes-caprae L. *Trifolium angustifolium* L. *Trifolium repens* L.

Diversos tipos de hojas imparipinnadas trifolioladas.
En este caso los tres folíolos son sentados (orig.).



Gleditsia triacanthos L. *Vicia sativa* L. *Acacia melanoxylon* R.

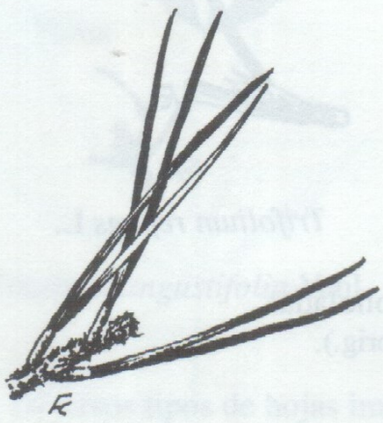
El "raquis" o nervio medio acaba formando un zarcillo.

2 -Paripinnada.

Diversos tipos de hojas paripinnadas (orig.).

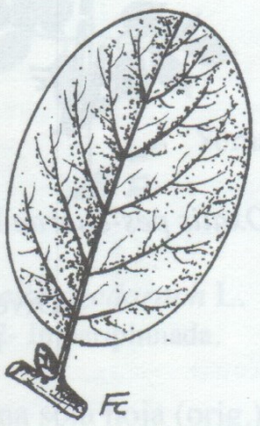
3.- TIPOS DE HOJAS SEGÚN LA FORMA DEL LIMBO

Si atendemos a la forma que adquiere el limbo foliar existe una gran variedad de hojas. Aquí presentamos las más frecuentes. No hay que perder de vista que, además de éstas, hay otras que presentan formas intermedias. Las imágenes que siguen no mantienen proporción de tamaños entre ellas.



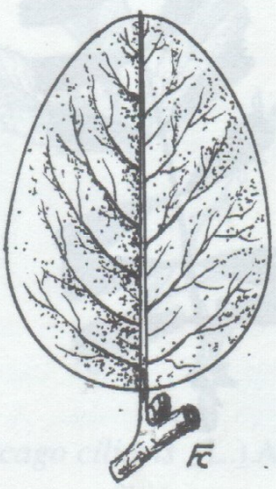
Aciculares
Largas, delgadas y puntiagudas, parecidas a agujas (orig.).

Lineares
Angostas y con los márgenes más o menos paralelos (orig.).

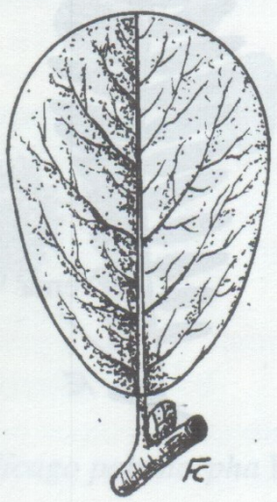


Ovalada u oval
Con forma de óvalo poco excéntrico (orig.).

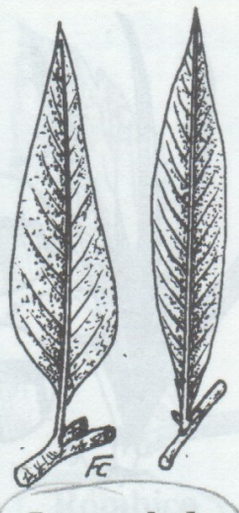
Oblonga
Alargada y con los márgenes tendiendo a paralelos (orig.).



Ovada
Con contorno de huevo. La parte ancha hacia la base (orig.).

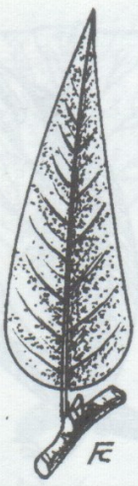


Obovada
Con contorno de huevo invertido. La parte ancha hacia el ápice (orig.).



Lanceolada
Con la forma de la punta de una lanza (orig.).

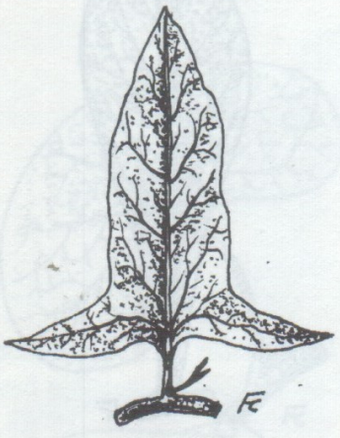
Oblanceolada
Lanceolada pero la parte ancha hacia el ápice (orig.).



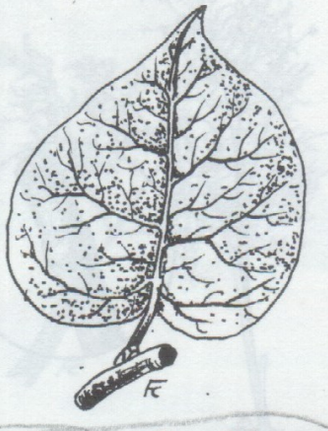
Ovado-lanceolada
Forma lanceolada pero con la base ovada (orig.).

Subulada
Desde una base ancha, se va estrechando hasta terminar en punta fina "alesnada" (orig.).

Sagitada
Con la forma de punta de "saeta" o flecha (orig.).

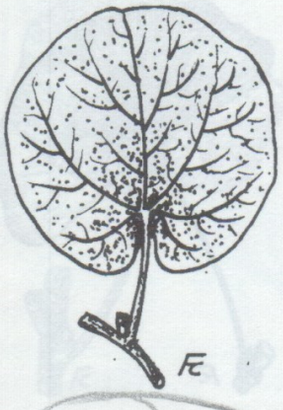


Hastada
Puntiaguda y con dos lóbulos divergentes en la base (orig.).



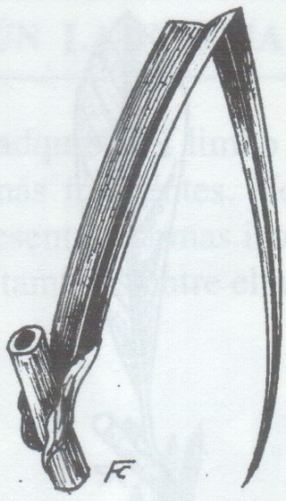
Cordada o Cordiforme
Con forma de corazón, con la parte ancha en la base (orig.).

Obcordada u obcordiforme
Forma de corazón, con la parte ancha en el ápice (orig.).

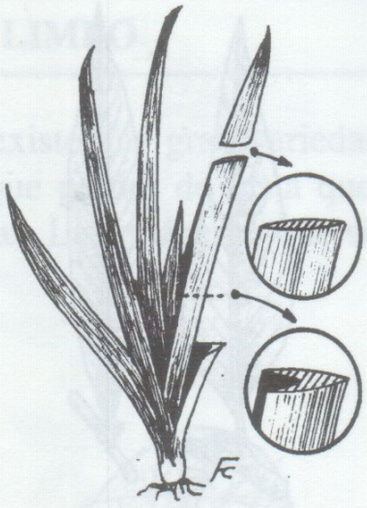


Orbicular
Presenta forma más o menos circular (orig.).

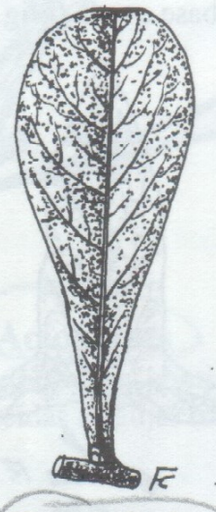
Falcada o falciforme
Con la forma de "hoz" (orig.).



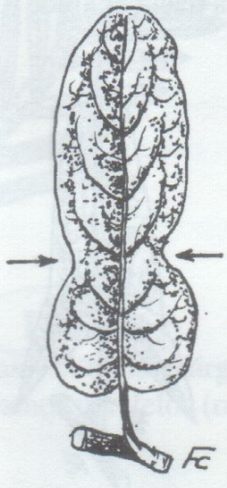
Acintada
Larga como una cinta (orig.).



Ensiforme
Con forma de espada (orig.).



Espatulada
Cuando presenta forma de "espátula" y no posee pecíolo definido (orig).

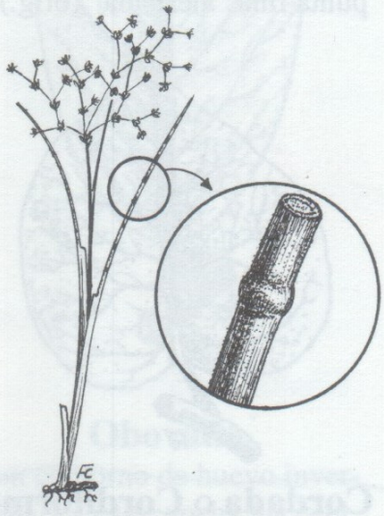


Panduriforme
Alargada con una ceñidura hacia la mitad. Semeja el contorno de una guitarra (orig.).

Lirada
Con forma de lira o laúd. Un gran lóbulo en el ápice y otros pequeños abajo (orig.).

Flabelada
Se llaman así las hojas que tienen forma de abanico (orig.).

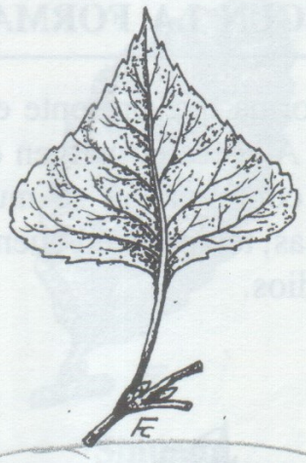
Digitada
Con lóbulos que recuerdan los dedos de una mano (orig.).



Cilíndrica
Son hojas que tienen la forma de un cilindro (orig.).

Rómbica

Hojas cuya silueta presenta la forma de un rombo (orig.).

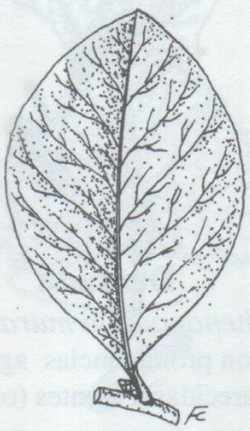


Deltoide o triangular

De forma triangular. Recuerda la letra griega delta (orig.).

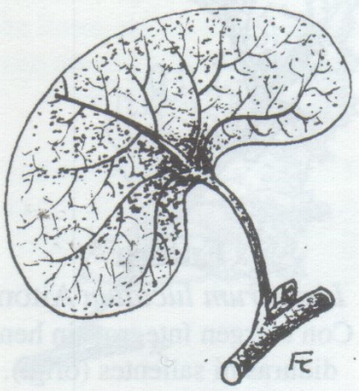
Obdeltoide (cuneiforme)

Forma triangular con una de las bases hacia el ápice (orig.).



Elípticas

En forma de elipse más o menos abombada pero con la base y el ápice apuntados orig.).

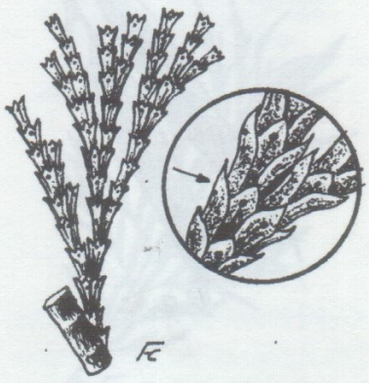


Reniforme

Su silueta tiene forma de un riñón o de habichuela (orig.).

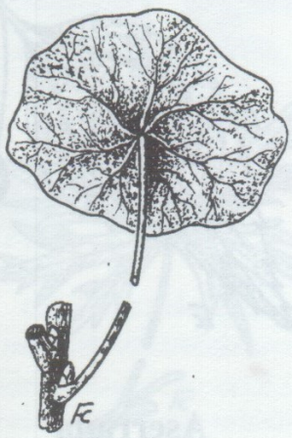
Filiforme

Con forma de hilos. Si son finos se llaman capilares (orig.).



Escuamiforme

Tienen forma de escamas y de tamaño muy reducido (orig.).



Peltada

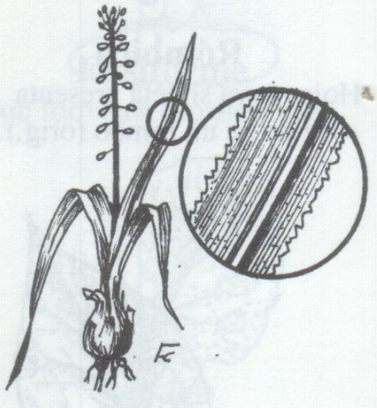
La base foliar y la inserción del pecíolo se sitúan hacia el centro del limbo (orig.).

4.- TIPOS DE HOJAS SEGÚN LA FORMA DEL MARGEN

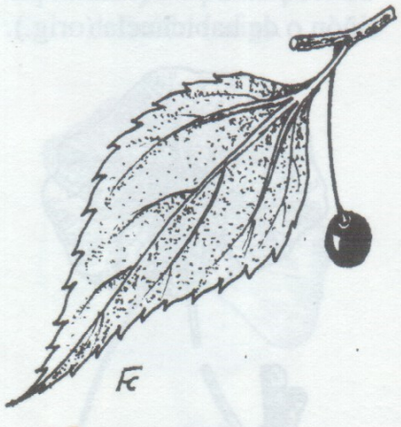
Independientemente de la forma que presente el limbo foliar, el margen puede presentar diferentes contornos. A veces el margen de algunas hojas presenta varias características simultáneas. A continuación se muestran los principales tipos de márgenes que presentan las hojas, teniendo en cuenta que, además de éstos, pueden existir otros contornos intermedios.

Entera
Ligustrum lucidum Aiton
Con margen íntegro, sin hendiduras ni salientes (orig.).

Dentada
Chenopodium murale L.
Con prominencias agudas parecidas a dientes (orig.).

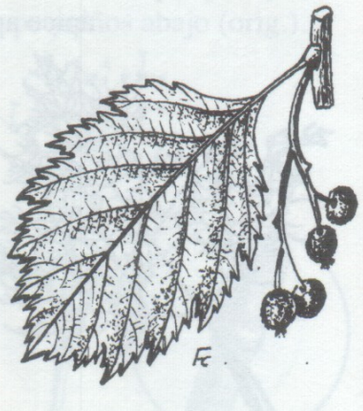


Denticulada
Muscari comosum Miller
Cuando el margen presenta dientes muy pequeños (orig.).



Aserrada
Celtis australis L.
Con dientes agudos, próximos y orientados al ápice (orig.).

Serrulada
Salix babylonica L.
Aserrada pero con dientecitos muy pequeños (orig.).

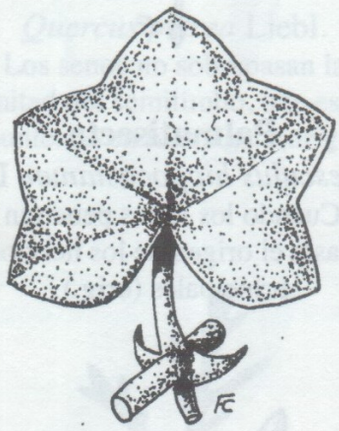


Biserrada
Sorbus mougeotii Soyer-Willemet et Gordon
Doblemente aserrada (orig.).

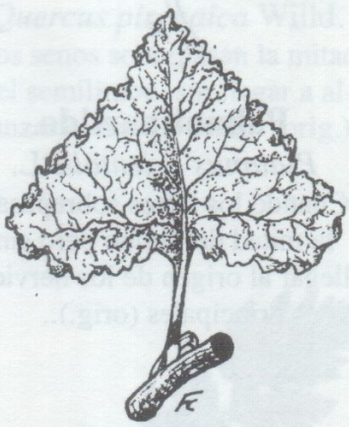
Festoneada o crenada
Geranium brutium Gasp.
Con salientes redondeados que recuerdan a un festón (orig.).

Sinuada
Quercus canariensis Willd.
Con entrantes y salientes redondeados (orig.).

Undulada u ondeada
Reseda luteola L.
El limbo presenta altibajos que recuerdan las olas (orig.).



Angulada
Pelargonium peltatum L.
El margen posee un número reducido de ángulos (orig.).

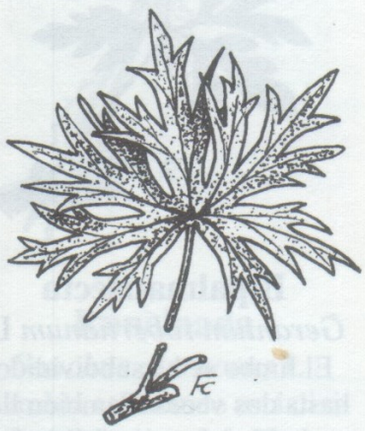


Crespa o rizada
(idealizada)
El margen irregularmente dividido y enredado (orig.).

Erosa
(Idealizada)
Margen desigual; como roído por los ratones (orig.).

Espinosa
Ilex aquifolium L.
El margen armado de espinas o es espinescente (orig.) .

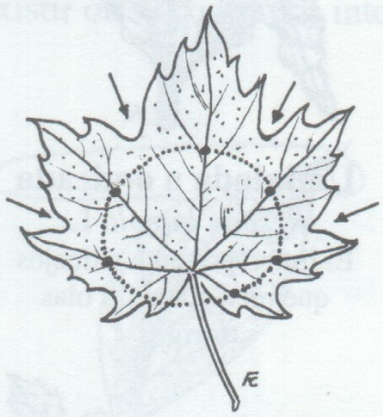
Pinnatiincisa
Grevillea robusta A. Cunn.



Palmatiincisa
Geranium yesoense Franch. & Sav.
El margen está dividido en gajos irregulares y profundos (orig.).

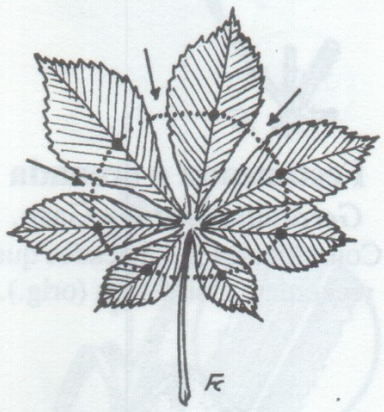
Cuando el margen de las hojas presenta senos y salientes de cierta consideración se dice que la hoja es **lobada** o **lobulada.**

Teniendo en cuenta lo anterior, y dependiendo de la forma general del limbo (**palmati** o **pinnati**) se pueden considerar dos grupos, a saber: **palmatilobuladas** y **pinnatilobuladas.** Dentro de cada uno de estos grupos podemos destacar varios tipos. Veamos a continuación los principales:



Palmatífida
Acer platinoides L.
Cuando los senos penetran, como mucho, hasta la mitad del limbo, que se halla punteado en la imagen (orig.).

Palmatipartida
Platanus orientalis L.
Cuando los senos sobrepasan la mitad del limbo pero sin llegar al origen de los nervios principales (orig.)..



Palmatisecta
Aesculus hippocastanum L.
Cuando los senos penetran hasta el origen de los nervios principales (orig.).

Bipalmatisecta
Geranium robertianum L.
El limbo se ha subdividido hasta dos veces. También llamada "2-palmatisecta" (orig.).

Tripalmatisecta
Geranium palmatum Cav.
El limbo se ha subdividido hasta tres veces. También llamada "3-palmatisecta" (orig.).

Pedatisecta
Convolvulus althaeoides L.
Dividida en lóbulos profundos que parecen formarse del lóbulo que les precede (orig.).

Diversos tipos de hojas palmatilobuladas (orig.).

Pinnatífida

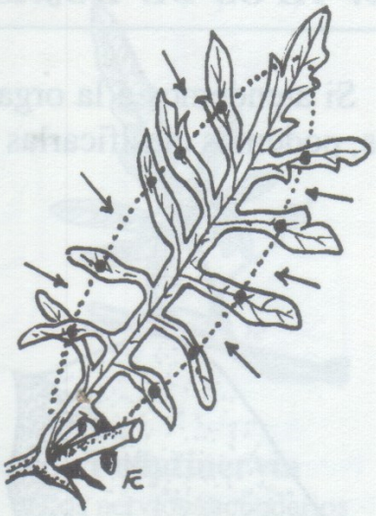
Quercus petrea Liebl.

Los senos no sobrepasan la mitad del semilimbo, que está punteado en la imagen (orig.).

Pinnatipartida

Quercus pirenaica Willd.

Los senos sobrepasan la mitad del semilimbo, sin llegar a alcanzar el nervio medio (orig.).



Pinnatisecta

Scabiosa atropurpurea L.

Se llama así cuando los senos son tan profundos que llegan al nervio medio (orig.).

Bipinnatisecta

Chrysantemum coronarium L.

El limbo se ha subdividido hasta dos veces. También llamada "2-pinnatisecta" (orig.).

Tripinnatisecta

*Torilis arvensis(H.)*Link

Limbo subdividido hasta tres veces. También llamada "3-pinnatisecta" (orig.).

Runcinada

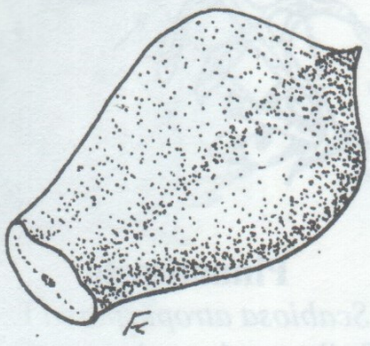
Sonchus oleraceus L.

Llamada así cuando está dividida en lóbulos profundos arqueados hacia la base (orig.).

Diversos tipos de hojas pinnatilobuladas (orig.).

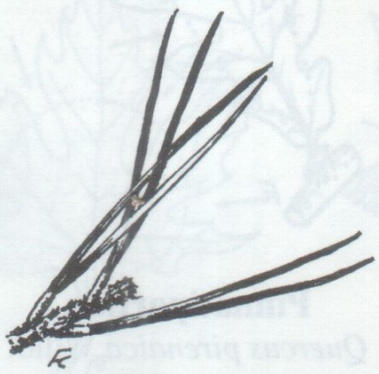
5.- TIPOS DE HOJAS SEGÚN LA NERVADURA

Si atendemos a la organización que presentan los nervios principales en las hojas, podemos clasificarlas en varios tipos. Veamos los principales.



Enervia

Parece no tener nervios visibles, bien por la abundancia del mesófilo o por lo sutil de los vasos conductores (orig.).



Uninervia

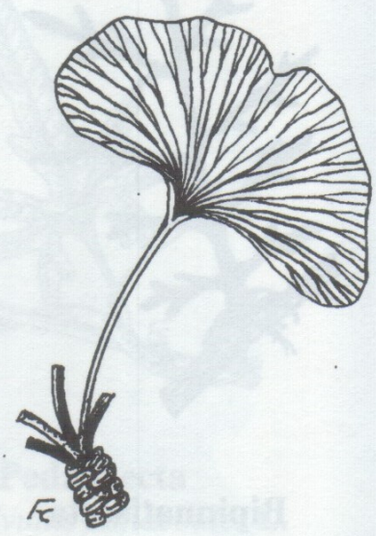
Son hojas con un solo nervio a lo largo del limbo foliar. Es frecuente en algunos géneros de coníferas (orig.).

Paralelinervia

Los nervios principales van casi paralelos a lo largo del limbo. En realidad convergen poco a poco en el ápice (orig.).

Palmatinervias

Los nervios principales arrancan de un mismo punto y divergen hacia el exterior como los dedos de una mano abierta (orig.).



Dicotómica

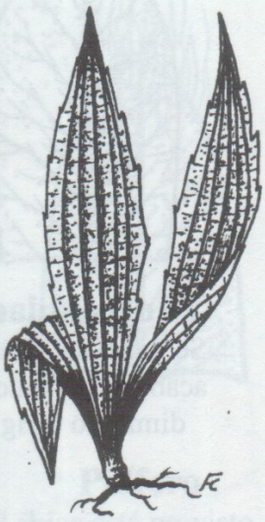
Los nervios se van dividiendo de dos en dos a partir de la base (orig.).

Pinnatinervias

Existe un nervio medio principal, del cual salen otros laterales secundarios a ambos lados, igual que salen las "barbas" del "raquis" en una pluma de ave (orig.).

Pedatinervia

Los nervios secundarios arrancan del nervio medio y se van ramificando de forma parecida a un "drepanio" (orig.).

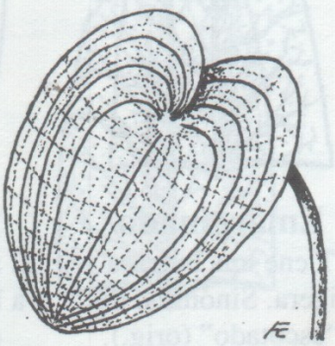


Acródroma

Los nervios parten de la base, se arquean y tienden a aproximarse en el ápice (orig.).

Actinódroma

Los nervios principales parten del pecíolo y se desvían de manera radiada (orig.).



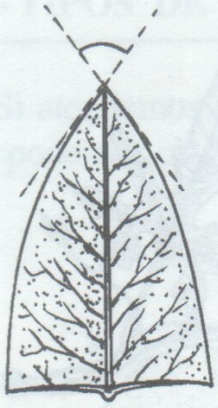
Campilódroma

Los nervios salen de la base, se encorvan y van hacia el ápice manteniendo cierto paralelismo con el margen (orig.).

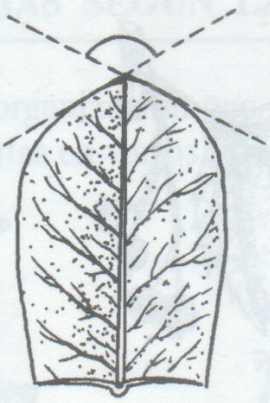
Diversos tipos de hojas según la nerviación (orig.).

6.- TIPOS DE HOJAS SEGÚN LA FORMA DEL ÁPICE

A continuación se presentan las principales formas que puede adoptar el ápice de las hojas.

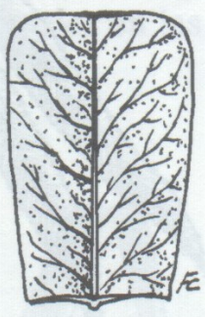


Agudo
Forma un ángulo menor de 90° (orig.).

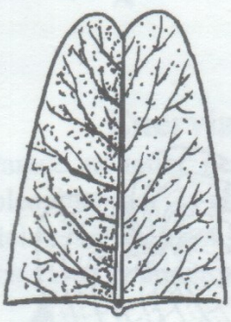


Obtuso
Forma un ángulo mayor de 90° (orig.).

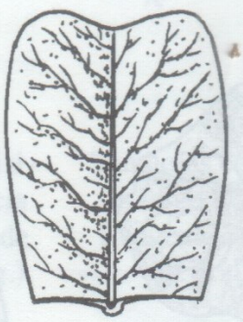
Redondeado
Se asemeja a un segmento circular (orig.).



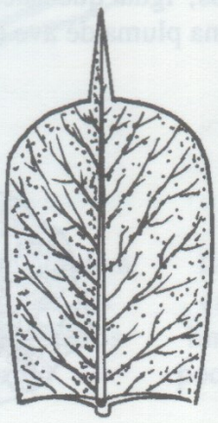
Truncado
Parece cortado transversalmente (orig.).



Emarginado
Tiene una muesca ligera. Sinónimo de "escotado" (orig.).

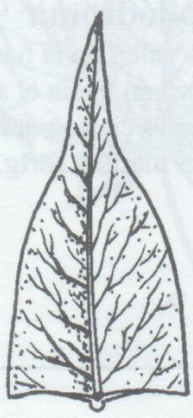


Retuso
El ápice es truncado y a la vez ligeramente escotado (orig.).

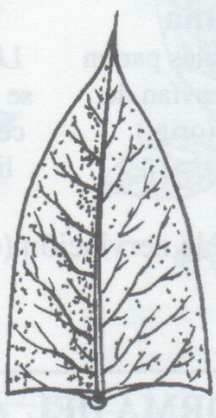


Mucronado
Termina súbitamente en punta de consistencia diferente (orig.).

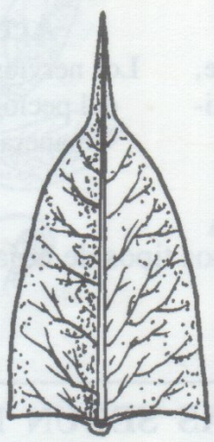
Mucronulado
Se llama así cuando acaba en un mucrón diminuto (orig.).



Acuminado
Termina en punta delgada sin importar la consistencia (orig.)

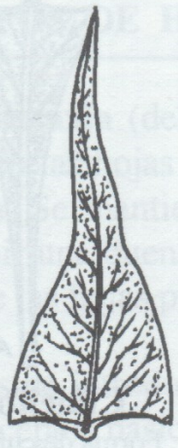


Apiculado
Provisto de un apículo o punta. Sinónimo de "cuspidado" (orig.).

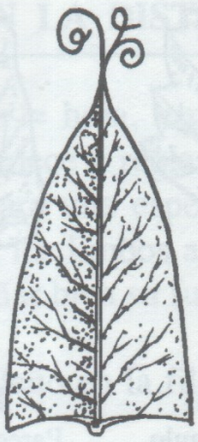


Rostrado
Acaba en pico o espolón como el rostro u hocico animal (orig.).

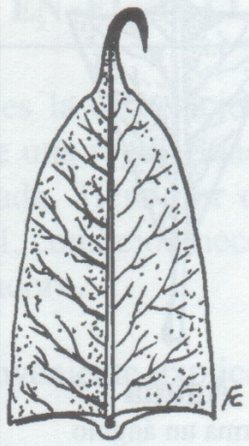
Aristado
Posee arista de consistencia diferente al resto de hoja. (orig.).



Caudado
Acabado en un apéndice largo que se asemeja o recuerda a la cola de un animal (orig.).

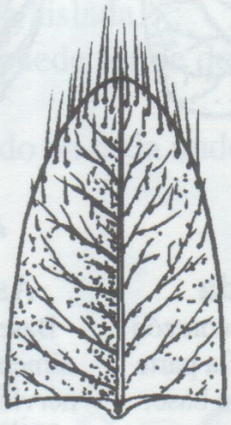


Cirroso
Se llama así cuando el ápice acaba en "cirros o zarcillos (orig.).

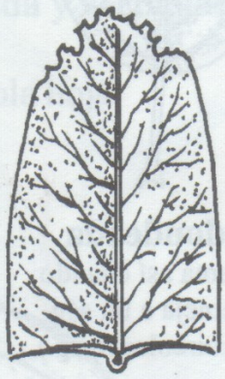


Uncinado
Recibe este nombre cuando el ápice adquiere la forma de un gancho (orig.).

Pilífero
El ápice está provisto de filamentos semejantes a pelos (orig.).



Setoso
Cuando tiene "setas" o pelos tiesos parecidos a cerdas (orig.).

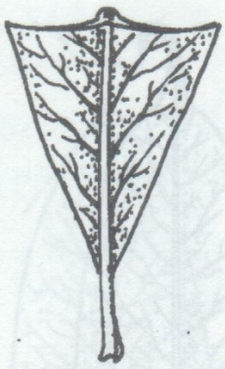


Praemorso
El ápice presenta el aspecto como de estar mordisqueado por un animal (orig.).

Diversos tipos de ápices en las hojas; algunos idealizados (orig.).

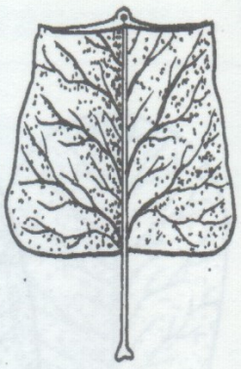
7.- TIPOS DE HOJAS SEGÚN LA FORMA DE LA BASE

También las bases de las hojas pueden presentar formas muy variadas. De entre todas las posibles, presentamos a continuación las más frecuentes; sin perder de vista que, además de éstas, existen otras formas intermedias.

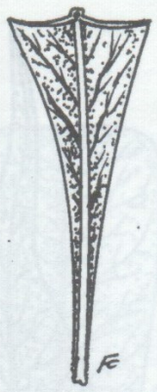


Aguda
Forma un ángulo menor de 90° (orig.).

Obtusa
Forma un ángulo mayor de 90° (orig.).

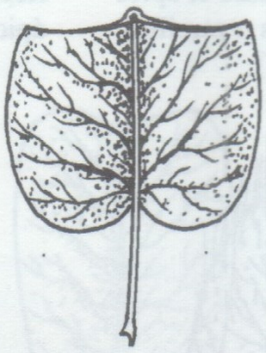


Truncada
Parece cortada transversalmente (orig.).



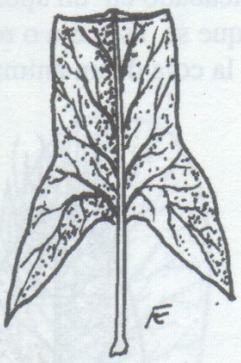
Cuneiforme
Forma de cuña y bordes casi rectos (orig.).

Redondeada
Se llama así cuando se asemeja a un segmento circular (orig.).

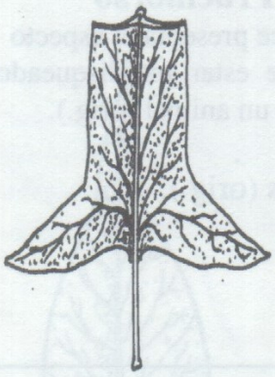


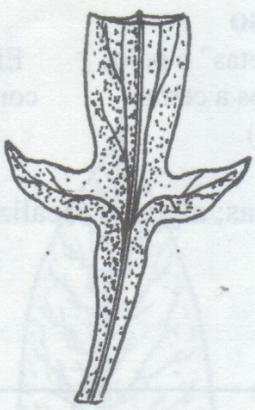
Cordada
Con forma de corazón (cordiforme) La parte auricular en la base.

Asimétrica
Base oblicua, sin simetría respecto al nervio medio (orig.).

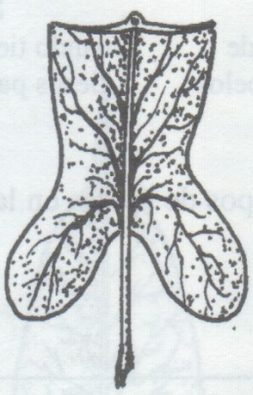


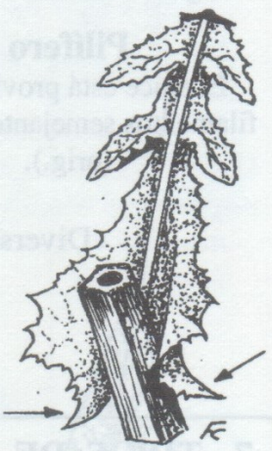
Sagitada
En forma de flecha y los lóbulos basales poco divergentes (orig.).





Hastadas
Parecida a la sagitada, pero los lóbulos basales muy divergentes como en las alabardas (orig.).





Auriculadas
Con aurículas semejantes a la "cordada", pero aquí más largas e inclinadas hacia abajo (orig.).

Diversos tipos de bases en las hojas (orig.).

8.- TIPOS DE HOJAS SEGÚN LA DISTRIBUCIÓN EN EL TALLO

La **filotaxia** (del griego *phyllon* = hoja, *taxis* = orden), es la disposición que adquieren las hojas en el tallo. Obedece a reglas fijas y es de una regularidad matemática. Se mantiene constante para una especie determinada. Tiene por objeto conseguir una buena exposición de los limbos a la luz del sol, condición necesaria para que las hojas puedan desempeñar bien su función asimiladora.

Antes de introducirnos más de lleno en la filotaxia, es conveniente explicar varios conceptos básicos:

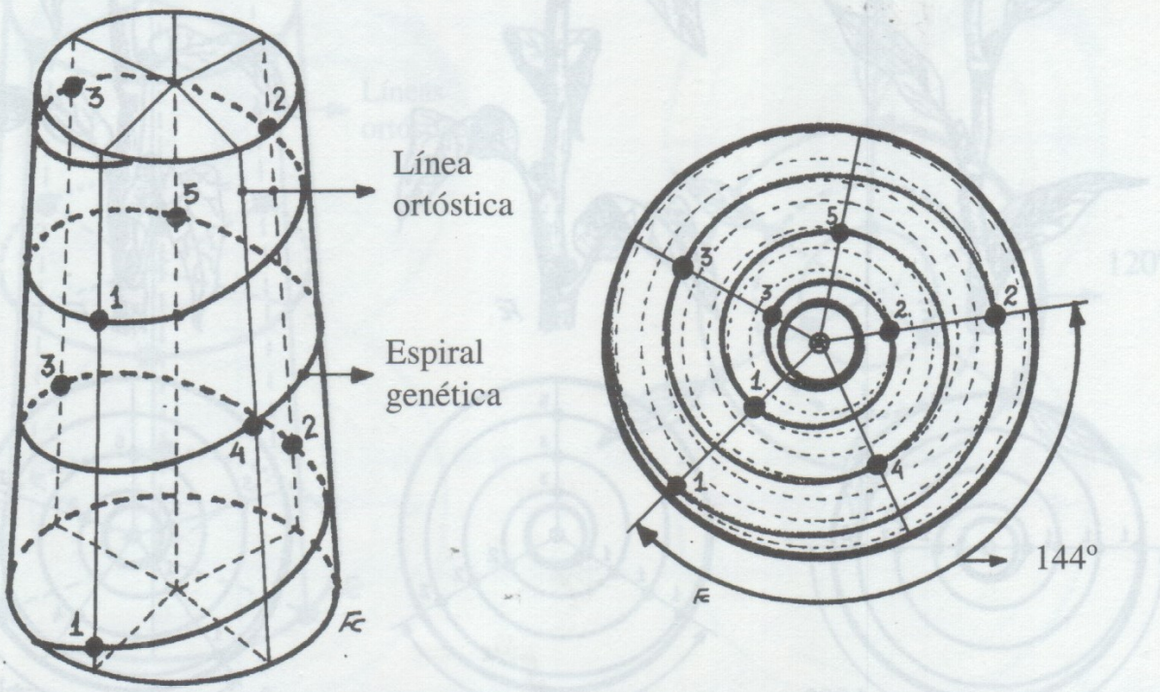
Línea ortóstica: es la línea imaginaria paralela al eje del tallo o rama, que pasa por los puntos de inserción de las hojas que se superponen.

Ángulo de divergencia: es el ángulo que separa a las líneas ortósticas de dos hojas consecutivas.

Espiral genética: Es la línea imaginaria espiralada que pasa por los puntos de inserción de las hojas en la filotaxia aislada.

Fundamentalmente la filotaxia puede ser de dos tipos, **aislada** y **verticilada**.

A.- **AISLADA.** Se llama así cuando en cada nudo nace una sola hoja.



Los números indican el orden ascendente en el que se insertan las hojas a lo largo del tallo hasta completar las dos vueltas de la espiral.

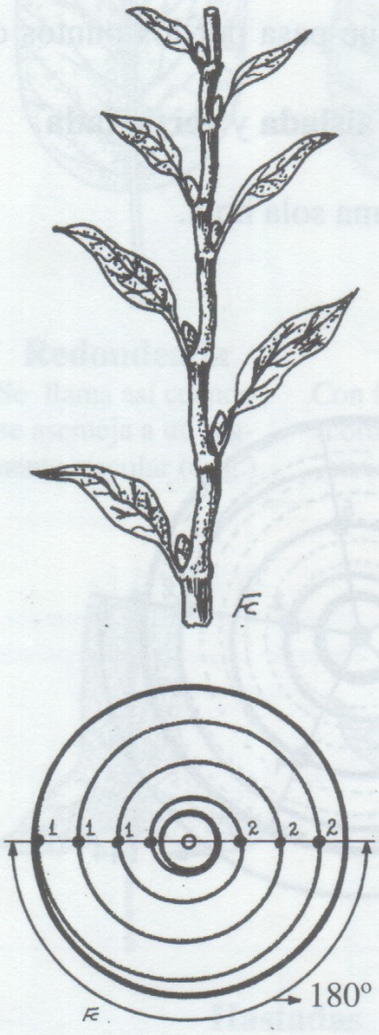
Los círculos punteados representan los nudos del tallo. Los puntos gruesos indican el punto de inserción de las hojas en el tallo.

Diagramas de la filotaxia aislada según la fórmula 2/5 (orig.).

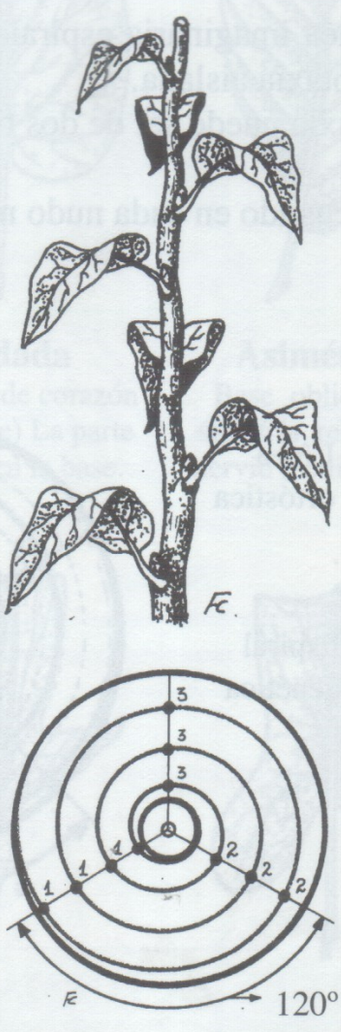
Esta filotaxia se caracteriza porque:

- El ángulo de divergencia es fijo para cada planta, y es igual a una porción de circunferencia representada por fracciones: 1/2, 1/3, 2/5, 3/8, 5/13, etc. Para calcularlo se multiplica 360° por la fracción correspondiente. Así: 360° x 1/2 = 180°; 360° x 1/3 = 120°; 360° x 2/5 = 144°
- Para calcular la siguiente fracción basta sumar los dos numeradores y denominadores consecutivos anteriores a la que se quiere hallar.
- En cada fracción, el numerador indica el número de vueltas que debe dar la espiral genética o hélice para encontrar una hoja situada en la misma línea ortóstica. El denominador indica el número de hojas encontradas en ese recorrido.

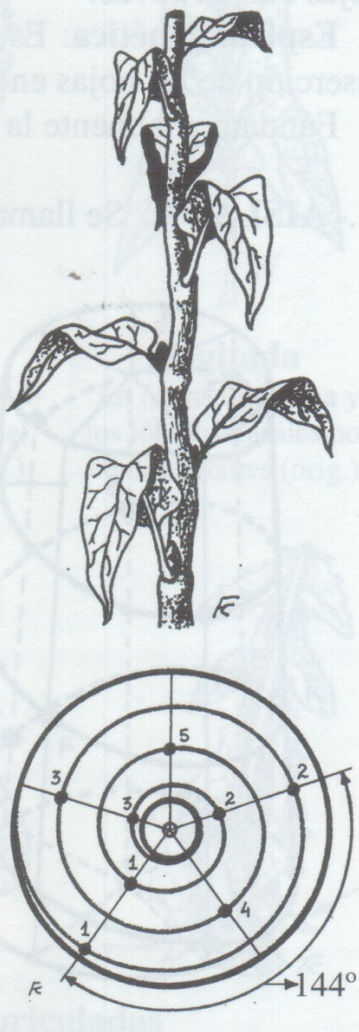
A continuación se presentan algunos ejemplos reales de esta filotaxia. A estas distribuciones de las hojas se les llama en general "**esparcidas**".



Tallo y diagrama según la fórmula 1/2. Las hojas están en el mismo plano y **alternas**. Es frecuente en gramíneas (orig.).



Tallo y diagrama según la fórmula 1/3. Esta distribución es típica de ciperáceas (orig.).



Tallo y diagrama según la fórmula 2/5. Se da en géneros como *Rosa, Betula, Corylus*. Se llamada "**quincuncial**" (orig.).

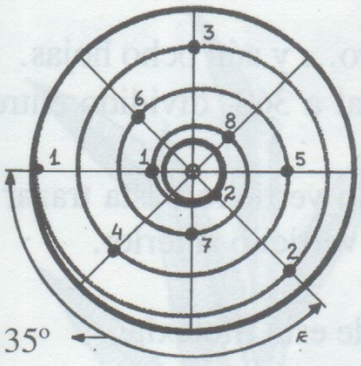


Diagrama según fórmula 3/8. El ángulo de divergencia 135° Se presenta en géneros como *Tsuga*, *Pseudotsuga* (orig,).

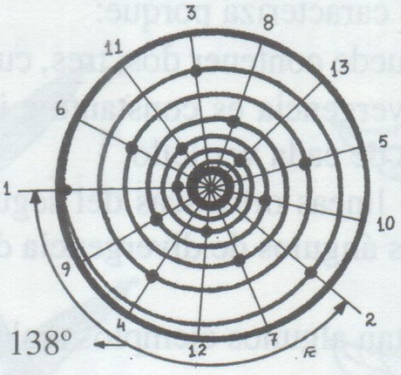


Diagrama según fórmula 5/13. Ángulo de divergencia 138° aproximadamente. Ej.: *Pinus strobus* L. (orig.).

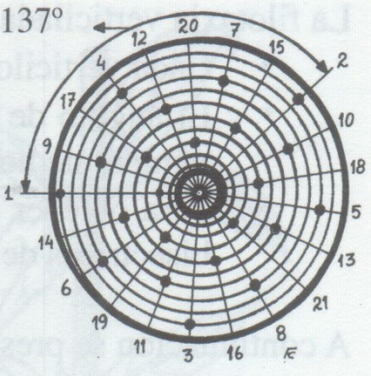


Diagrama según fórmula 8/21. Su ángulo de divergencia 137° aproximadamente. Ej.: *Pinus sylvestris* L., *Picea abies* (L.) Karsten (orig.).

Diagramas de la filotaxia en las brácteas tectrices de las piñas en algunas coníferas

B.- **VERTICILADA.** Se llama así cuando en cada nudo nacen dos o más hojas.

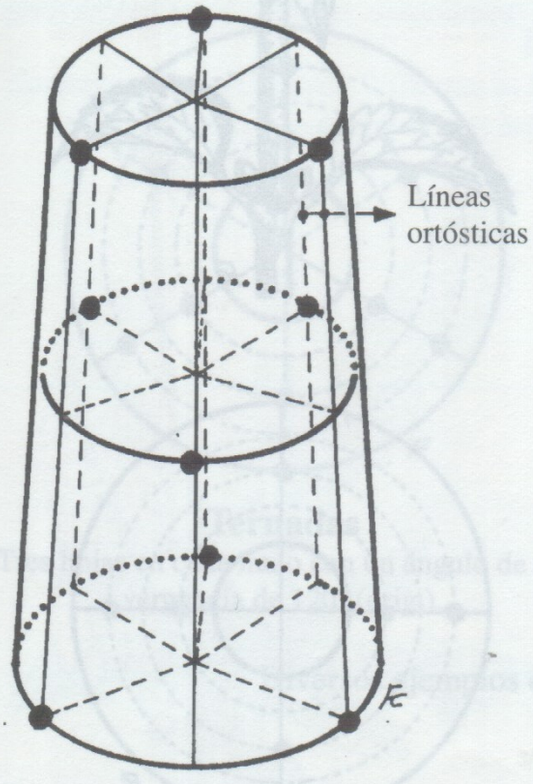
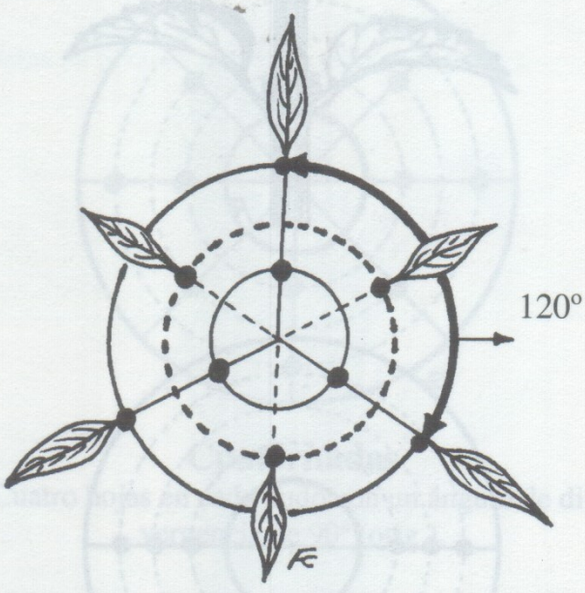


Diagrama tridimensional representando las líneas ortósticas, los nudos y los puntos de inserción de las hojas en el tallo (orig.).



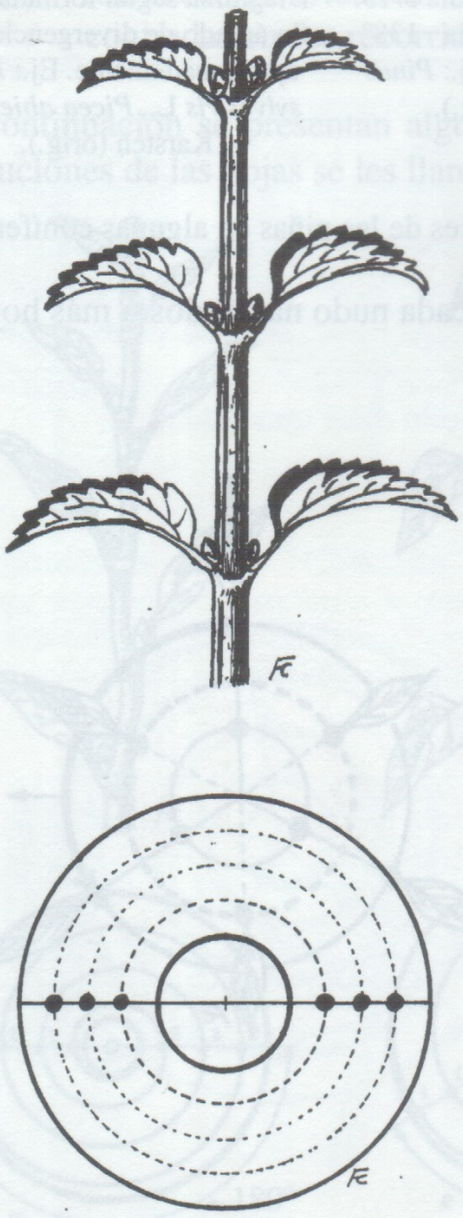
Los círculos concéntricos representan los nudos del tallo. Los puntos gruesos indican el punto de inserción de cada hoja en el tallo (orig.).

Diagramas de la filotaxia verticilada (orig.).

La filotaxia verticilada se caracteriza porque:

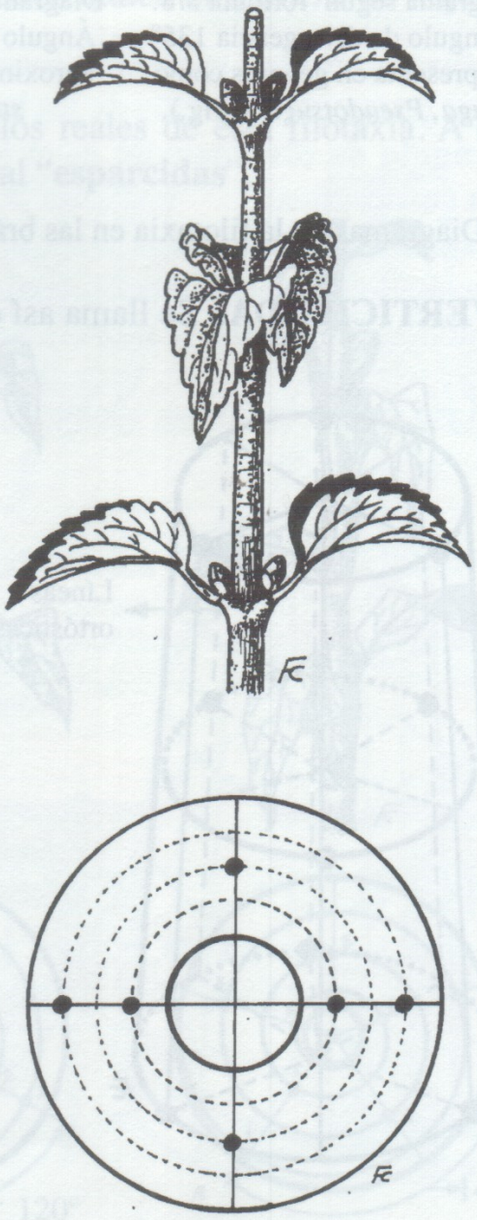
- Cada verticilo puede contener dos, tres, cuatro… y aún ocho hojas.
- El ángulo de divergencia es constante e igual a 360° dividido entre el número de hojas de cada verticilo.
- Para obtener las líneas ortósticas del segundo verticilo basta trazar las bisectrices de los ángulos de divergencia del verticilo anterior.

A continuación se presentan algunos ejemplos reales de esta filotaxia.



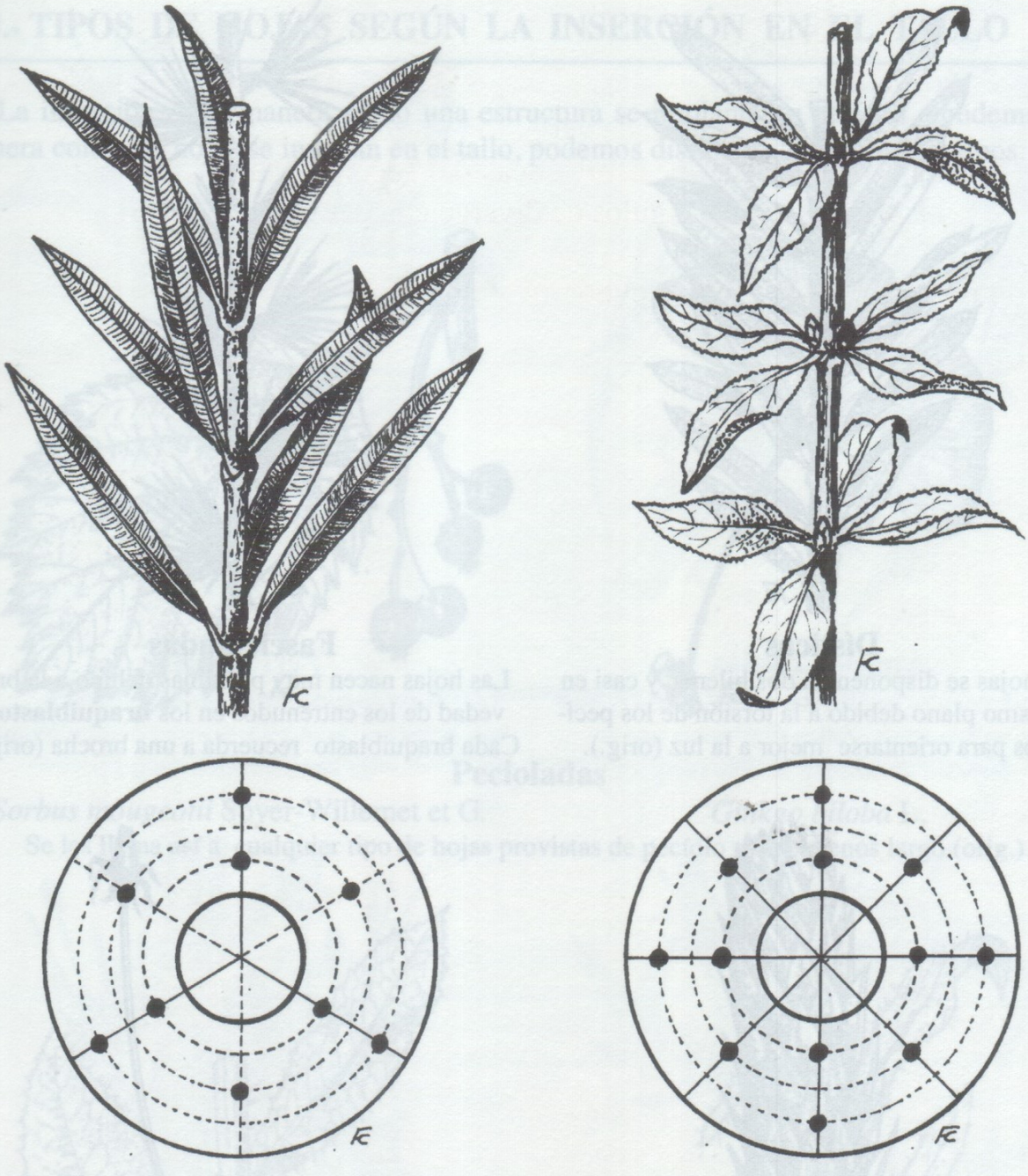
Opuestas

Se llaman así cuando se presentan dos hojas en cada nudo y todas las hojas en el mismo plano. El ángulo de divergencia es 180° (orig.).



Decusadas

Es una variedad de opuestas, de manera que las hojas de un verticilo se cruzan en ángulo recto con las de los verticilos contiguos (orig.).



Ternadas
Tres hojas en cada nudo con un ángulo de divergencia de 120° (orig.).

Cuaternadas
Cuatro hojas en cada nudo con un ángulo de divergencia de 90° (orig.).

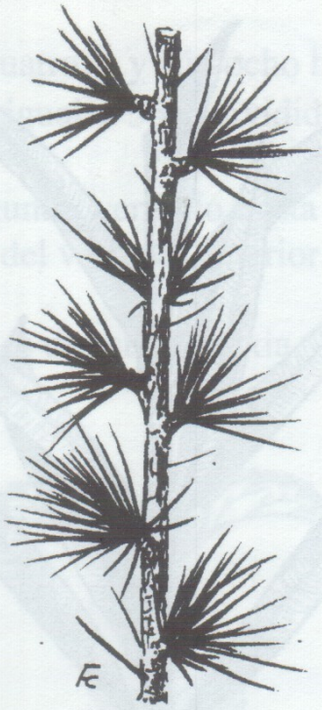
Diversos ejemplos de filotaxia verticilada (orig.).

En ocasiones no es fácil determinar las líneas ortósticas ni los ángulos de divergencia de las hojas a causa del número excesivo de hojas, de la brevedad de los entrenudos o de las torsiones de los tallos durante su crecimiento.

Debido a alguno o a varios de estos factores existen otros tipos de distribución de las hojas en el tallo los cuales englobamos en el apartado de filotaxia de difícil determinación. Tales son los casos siguientes:

Dísticas

Las hojas se disponen en dos hileras y casi en el mismo plano debido a la torsión de los pecíolos para orientarse mejor a la luz (orig.).



Fasciculadas

Las hojas nacen muy próximas debido a la brevedad de los entrenudos en los **braquiblastos**. Cada braquiblasto recuerda a una brocha (orig.).

Imbricadas

Las hojas nacen tan próximas que llegan a ocultar el tallo y a cubrirse entre ellas por los bordes como las escamas de los peces (orig.).

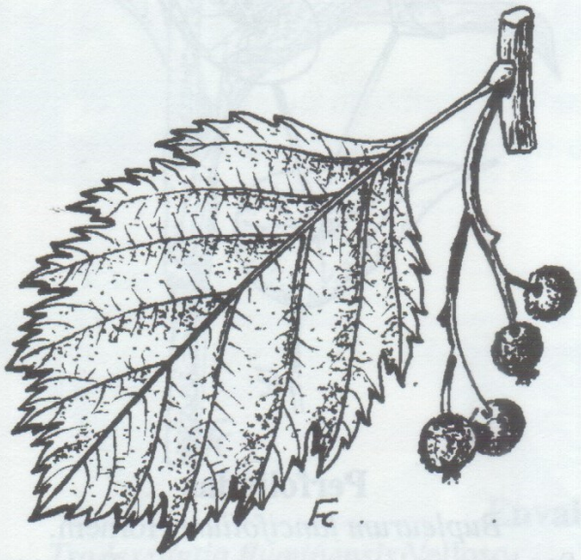
Roseta

También la brevedad de los entrenudos invita a pensar que estas hojas nacen todas a la misma altura, cuando en realidad no es así (orig.).

Ejemplos de filotaxia de difícil determinación (orig.).

9.- TIPOS DE HOJAS SEGÚN LA INSERCIÓN EN EL TALLO

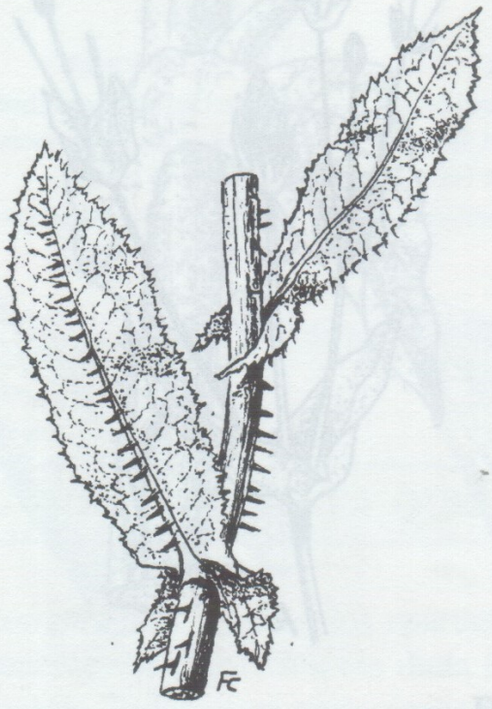
La inserción es la manera como una estructura se implanta en otra. Si atendemos a la manera como las hojas se insertan en el tallo, podemos distinguir los siguientes tipos:



Pecioladas

Sorbus mougeotii Soyer-Willemet et G. *Ginkgo biloba* L.

Se les llama así a cualquier tipo de hojas provistas de pecíolo más o menos largo (orig.).



Sésiles o sentadas

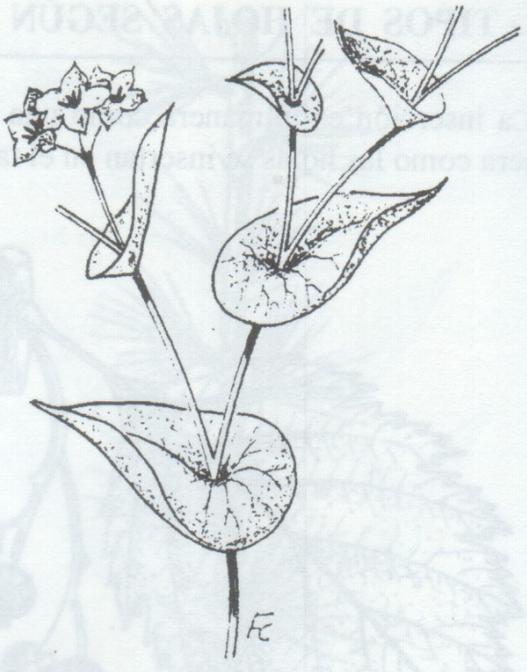
Lactuca serriola L. *Nonea vesicaria* (L.) Reichenb.

Son hojas que no tienen pecíolo. La base se inserta directamente en el tallo (orig.).

Amplexicaules

Crepis vesicaria (Boiss. ex DC.) P.D. Sell

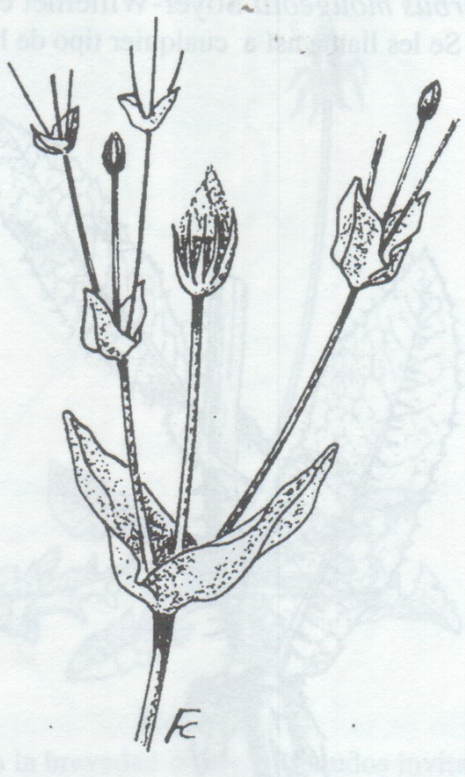
Se aplica este nombre a las hojas que se insertan abrazando al tallo (orig.).



Perfoliadas

Bupleurum lancifolium Hornem.

Son hojas en las que parece que el tallo traspasa la lámina foliar (orig.).



Connatas

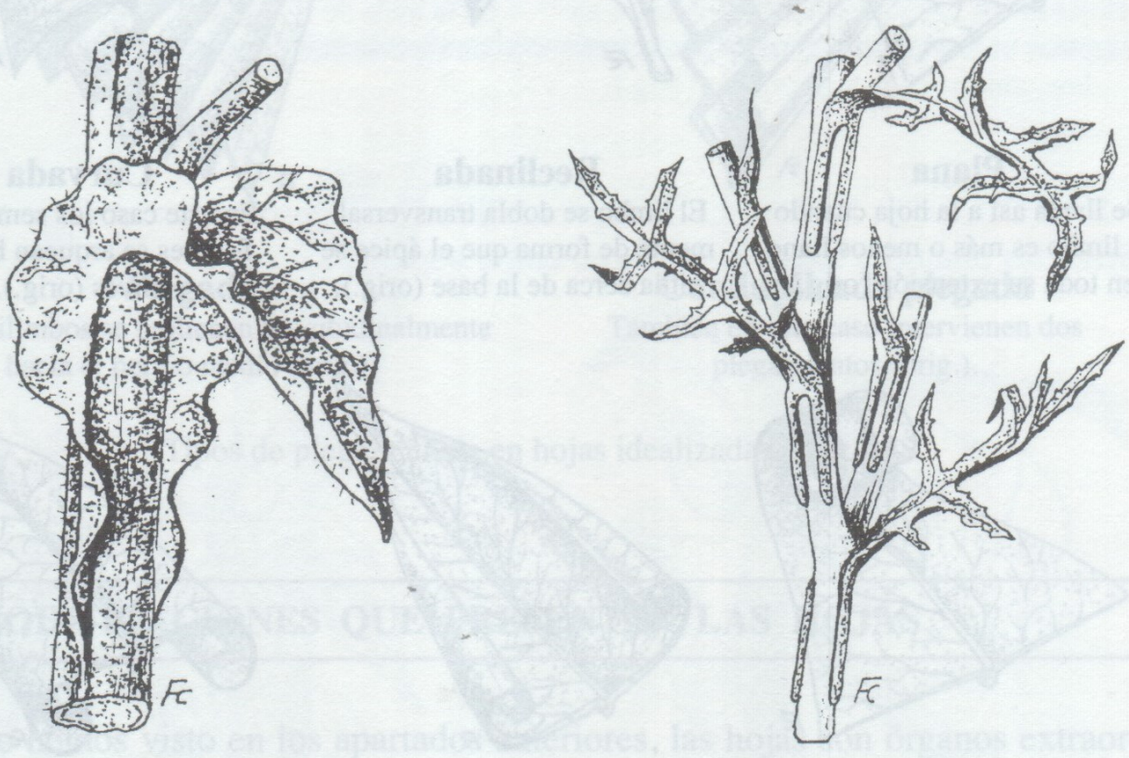
Lonicera implexa Aiton *Blackstonia perfoliata* (L.) Hudson

Son hojas que, siendo opuestas, se presentan soldadas por sus bases formando un solo cuerpo. También se les llama **entresoldadas** o **concrescentes** (orig.).

Envainadoras

Tradescantia fluminensis Velloso *Arundo donax* L.

Estas hojas, al insertarse, forman una vaina que rodea total o parcialmente al tallo (orig.).



Decurrentes

Verbascum pulverulentum Vill. *Lactuca viminea* (L.) F.W. Schmidt

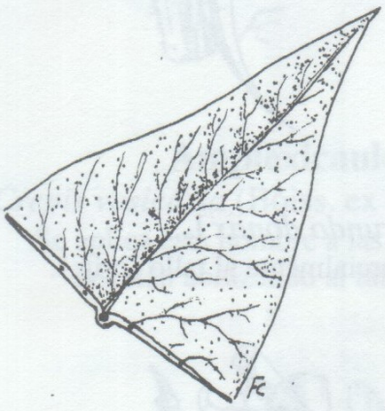
Se llaman así a las hojas cuya lámina foliar se prolonga inferiormente por debajo del punto de inserción. Esas prolongaciones están soldadas al tallo (orig.).

10.- TIPOS DE HOJAS SEGÚN LA FORMA DE PLEGARSE

En las descripciones de las plantas son frecuentes los términos que hacen referencia a la forma de plegarse las hojas una vez que se han desarrollado. Estos plegamientos suelen mantenerse característicos dentro de la especie. Algunos de los términos empleados aquí coinciden con los empleados en los tipos de vernación que se tratarán más adelante.

Los dibujos que siguen a continuación se han realizado manteniendo el haz hacia arriba y dibujando el limbo seccionado transversalmente para mayor claridad de los conceptos.

Veamos los tipos más frecuentes:

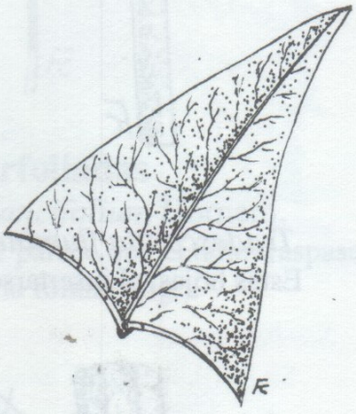


Plana

Se llama así a la hoja cuando el limbo es más o menos llano en toda su extensión (orig.).

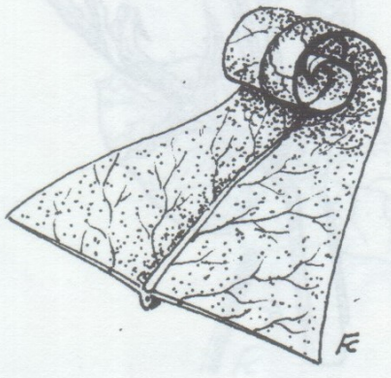
Reclinada

El limbo se dobla transversalmente de forma que el ápice se sitúa cerca de la base (orig.).



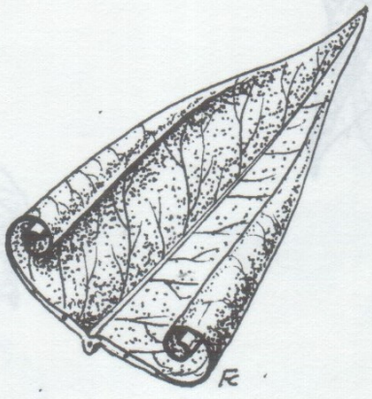
Curvada

En este caso los semilimbos foliares se arquean hacia el envés (orig.).



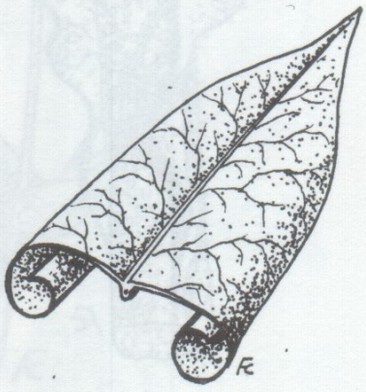
Circinada

El limbo foliar se enrolla del ápice hacia la base por la haz (orig.).



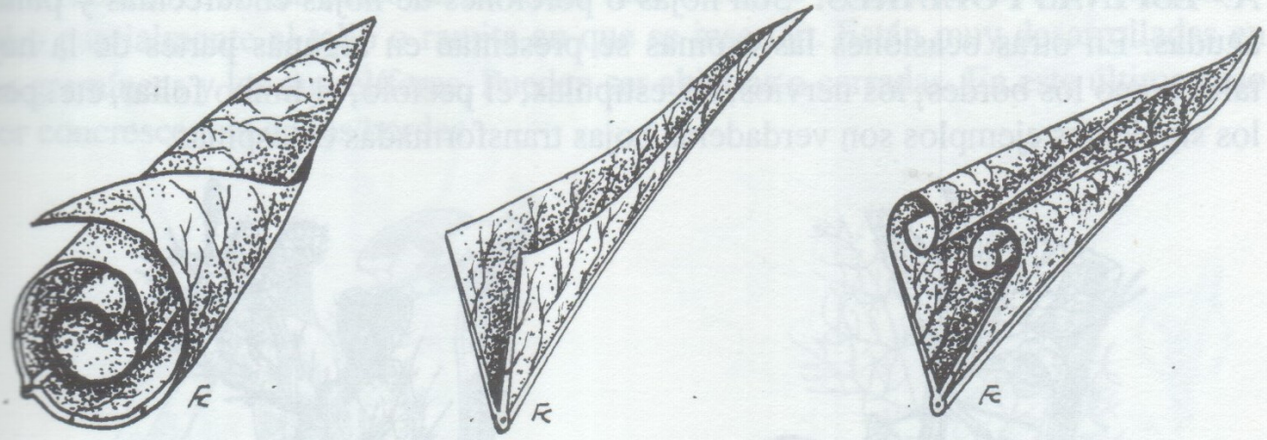
Involuta

Los bordes laterales se enrollan longitudinalmente por la haz hacia el nervio medio (orig.).



Revoluta

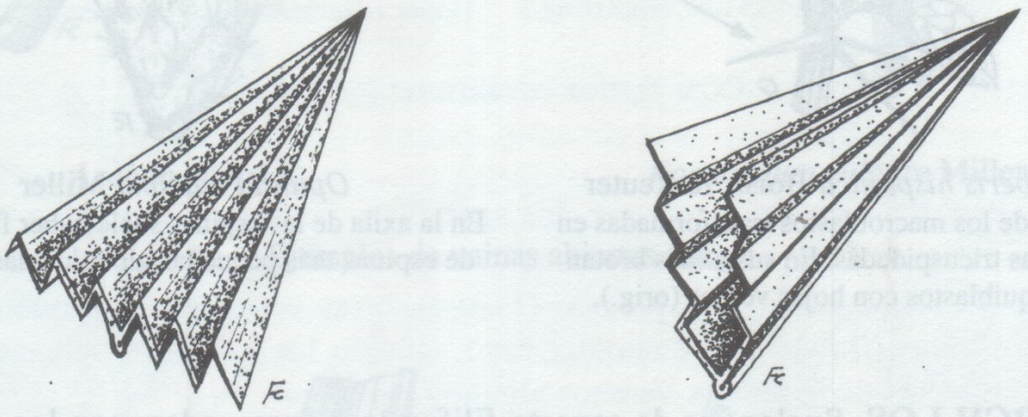
Igual que la anterior, pero el enrollamiento es por el envés hacia el nervio medio (orig.).



Convoluta
La hoja se enrolla longitudinalmente por la haz y forma un tubo (orig.).

Conduplicada
La lámina se pliega longitudinalmente por el nervio medio a modo de bisagra (orig.).

Conduplicada involuta
Es la combinación de los dos tipos de plegamiento (orig.).



Plegada
Los semilimbos se repliegan longitudinalmente hacia el nervio medio (orig.).

Conduplicada plegada
También en este caso intervienen dos plegamientos (orig.).

Tipos de plegamientos en hojas idealizadas (orig.).

11.- MODIFICACIONES QUE PRESENTAN LAS HOJAS

Como hemos visto en los apartados anteriores, las hojas son órganos extraordinariamente variables. Son sin duda los que más se han modificado a lo largo de la evolución. Todas estas variaciones han sido analizadas minuciosamente con fines taxonómicos. Pero a veces esas variaciones llegan, por homología, a extremos tales que, para el inexperto, surge la duda de si tal o cual órgano es en realidad una hoja.

A continuación se presentan las principales modificaciones foliares.

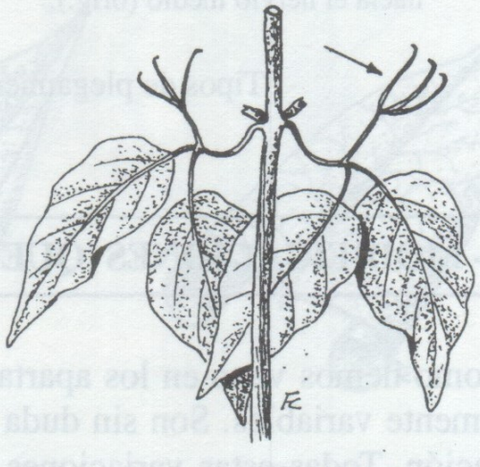
A.- **ESPINAS FOLIARES.** Son hojas o porciones de hojas endurecidas y punti-agudas. En otras ocasiones las espinas se presentan en algunas partes de la hoja tales como los bordes, los nervios, las estípulas, el pecíolo, el limbo foliar, etc. pero los siguientes ejemplos son verdaderas hojas transformadas en espinas.

Berberis hispanica Boiss. & Reuter
Hojas de los macroblastos transformadas en espinas tricuspidadas. En sus axilas brotan braquiblastos con hojas verdes (orig.).

Opuntia maxima Miller
En la axila de las espinas suele haber fascículos de espinas más pequeñas gloquidiadas (orig.).

B.- **ZARCILLOS.** Suelen ser de aspecto filiforme y enroscados, con los cuales se agarran las plantas a algún otro cuerpo como soporte.

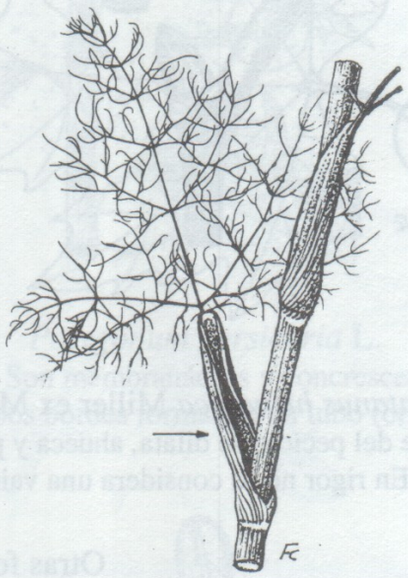
Pisum sativum L.
El ápice foliar está transformado en un zarcillo ramificado (orig.).



Doxantha unguis-cati (L.) Rehder
Uno de los folíolos se ha transformado en un zarcillo trífido uncinado (orig.).

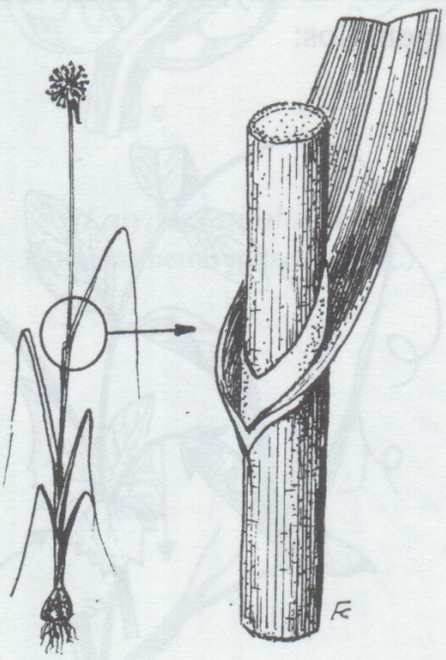
C.- VAINAS. Son las bases de las hojas más o menos ensanchadas, que abrazan total o parcialmente al tallo o ramita en que se insertan. Están muy desarrolladas en las gramíneas y las umbelíferas. Pueden ser abiertas o cerradas. En este último caso por concrescencia de los bordes.

Arundo donax L.

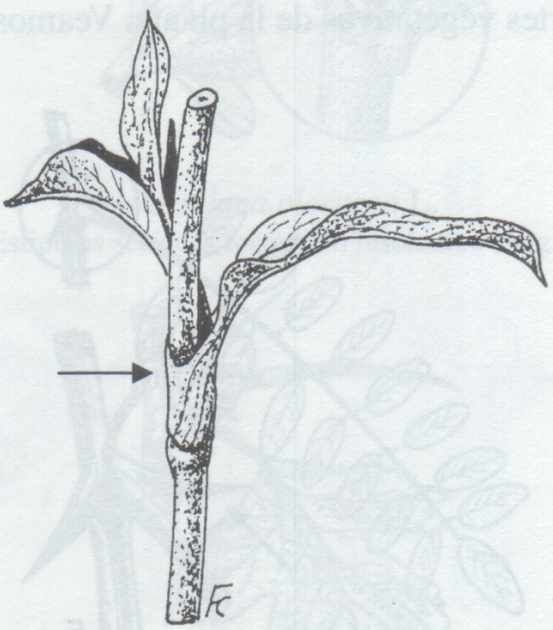


Foeniculum vulgare Miller

Ejemplos de vainas abiertas (orig.).

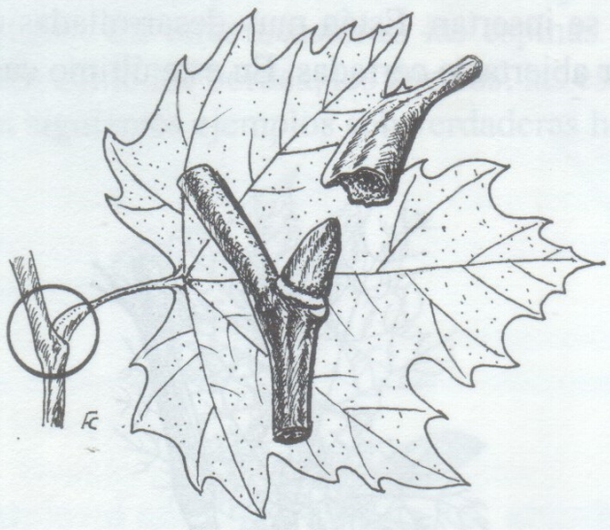


Allium neapolitanum Cyr.

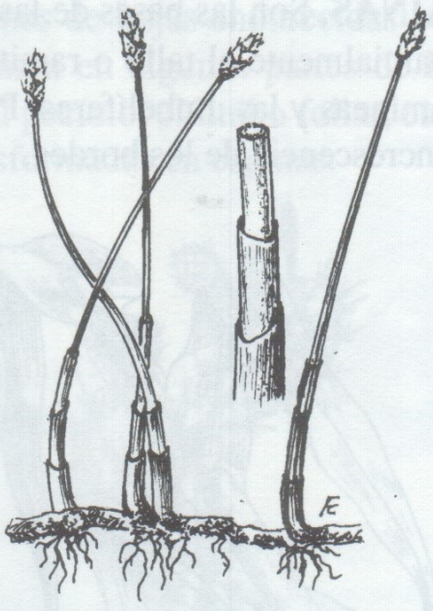


Tradescantia fluminensis Velloso

Ejemplos de vainas cerradas (orig.).



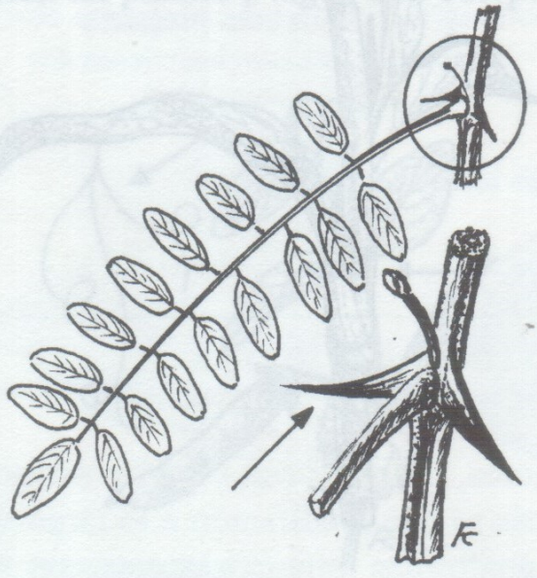
Platanus hispanica Miller ex Münch
La base del pecíolo se dilata, ahueca y protege la yema. En rigor no se considera una vaina (orig.)



Eleocharis palustris (L.) Roemer & Schultes
Hojas reducidas a una vaina truncada (orig.).

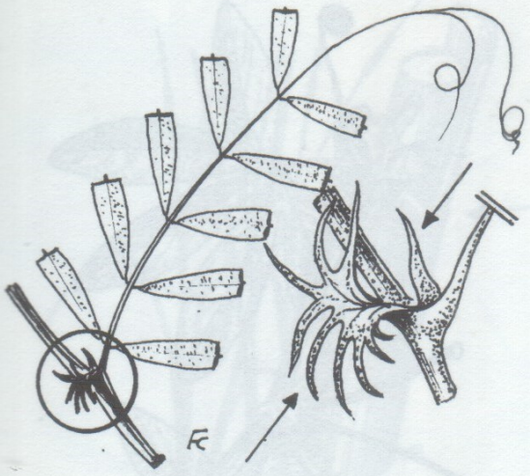
Otras formas envainantes (orig.).

D.- **ESTÍPULAS**. Generalmente son dos apéndices laminares situados a cada lado de la base foliar. La mayoría de las veces en número de dos. Presentan formas muy variadas. A veces son de gran tamaño (*Pisum*), otras veces se confunden con las verdaderas hojas (*Rubia*). En cualquier caso, cuando las hay, sólo aparecen en las partes vegetativas de la planta. Veamos algunos ejemplos:

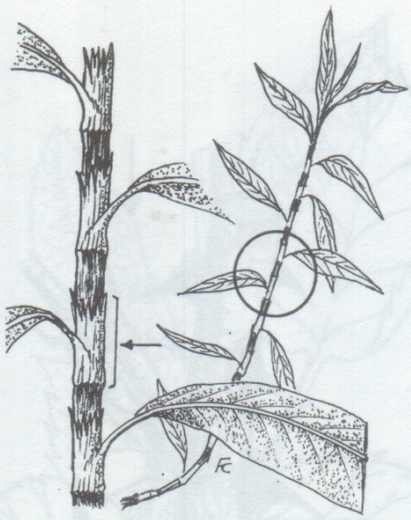


Robinia pseudacacia L.
Estípulas espinosas (orig.).

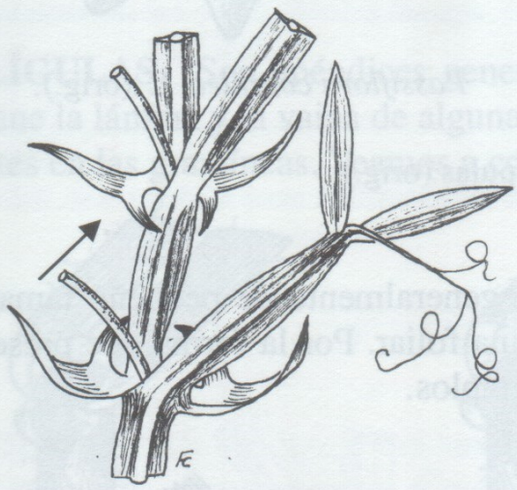
Pisum sativum L.
Estípulas foliáceas. Suplantan al limbo (orig.).



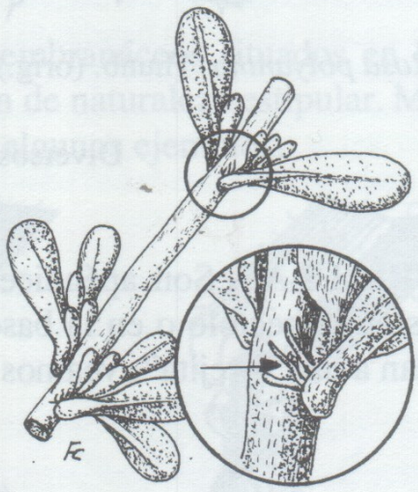
Vicia articulata Hornem.
Estípulas dimórficas. Una estípula es entera y la otra palmatipartida (orig.).



Polygonum persicaria L.
Ócreas. Son membranáceas y concrescentes por ambos bordes formando un tubo (orig.).



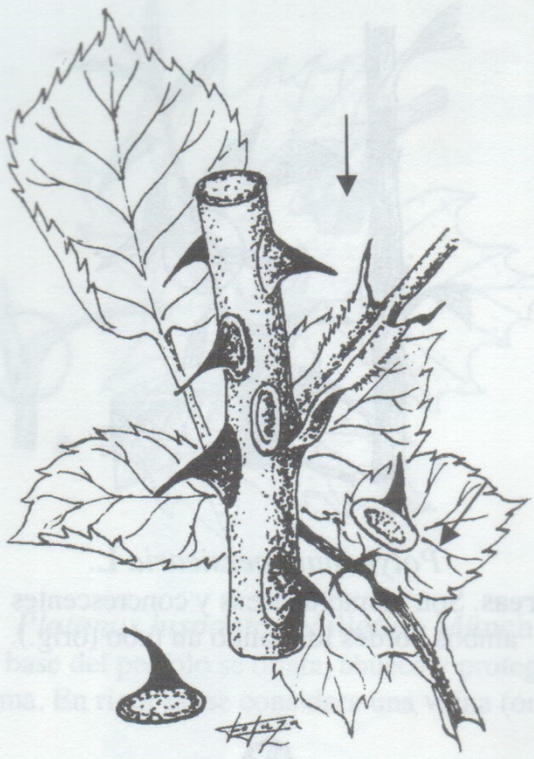
Latyrus latifolius L.
Estípulas hemisagitadas (orig.).



Portulaca oleracea L.
Estipulas setáceas formando fascículos (orig.).

Trifolium angustifolium L. (orig.).

Crataegus monogyna Jacq. (orig.).

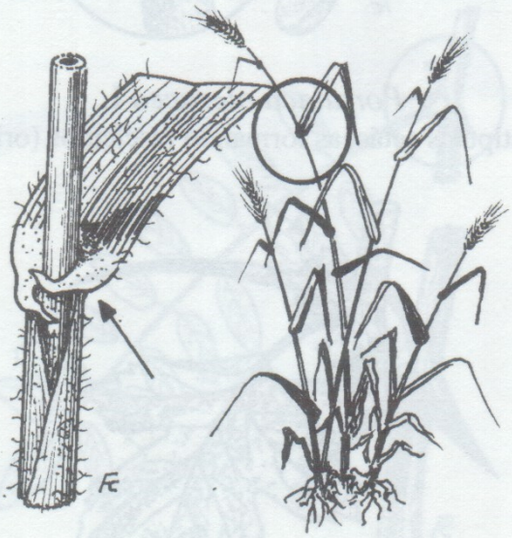


Rosa polyantha Thunb. (orig.).

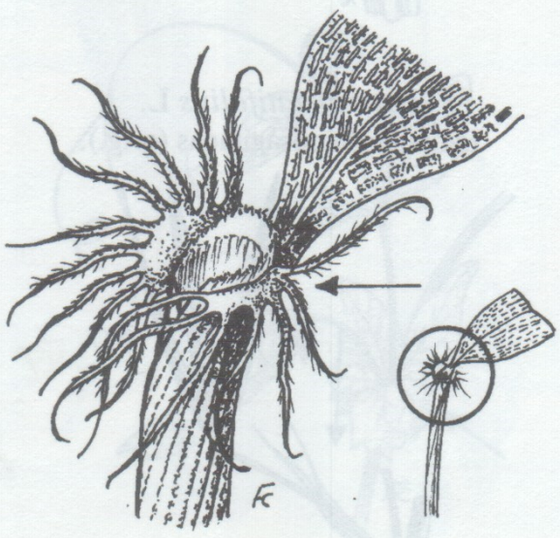
Passiflora coerulea L .(orig.).

Diversos tipos de estípulas (orig.).

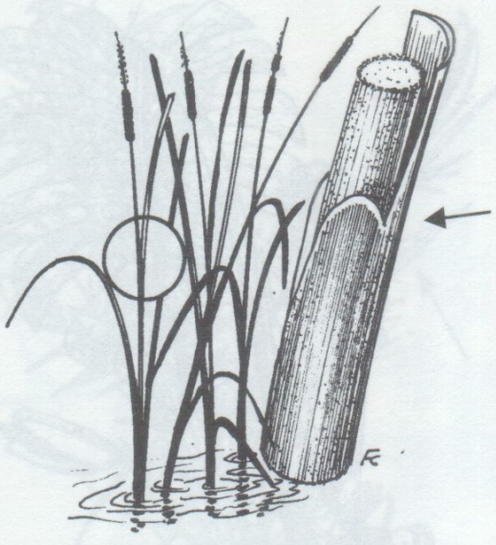
E.- **AURÍCULAS.** Son apéndices foliáceos, generalmente de pequeño tamaño y situados en el pecíolo o en la base de la lámina foliar. Por la forma que presentan recuerdan a una "orejita". Veamos algunos ejemplos.



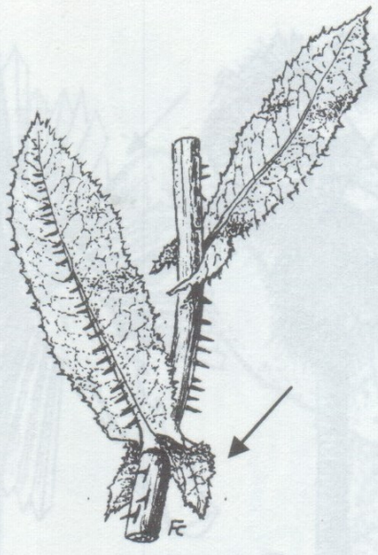
Hordeum distichon L. y H.
La base foliar se transforma en dos aurículas con forma de gancho que abrazan al tallo (orig.).



Bambusa sp.
Aurículas con cerdas conspicuas. Se ha dibujado sólo la vaina sin el tallo para mayor claridad. Muy aumentado (orig.).



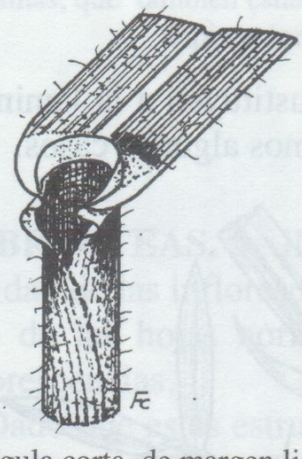
Typha latifolia L. (orig.).



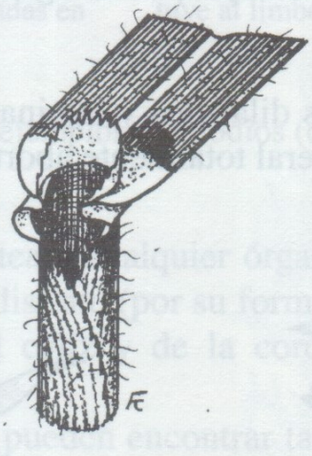
Lactuca serriola L. (orig.).

Diversos tipos de aurículas (orig.).

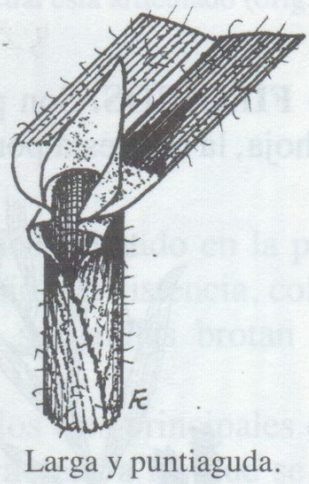
F.- **LÍGULAS.** Son apéndices generalmente membranáceos situados en la línea que une la lámina y la vaina de algunas hojas. Son de naturaleza estipular. Muy frecuentes en las gramíneas. Veamos a continuación algunos ejemplos.



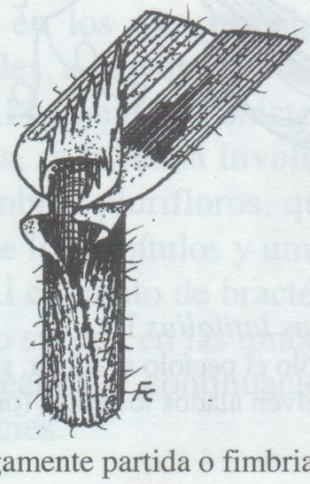
Lígula corta, de margen liso.



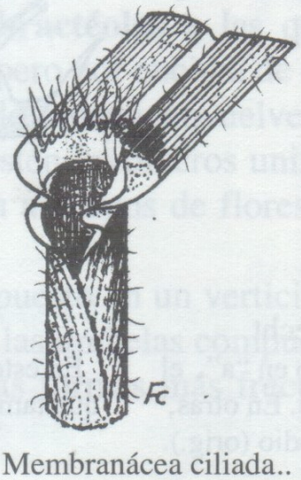
Mediana y dentada.



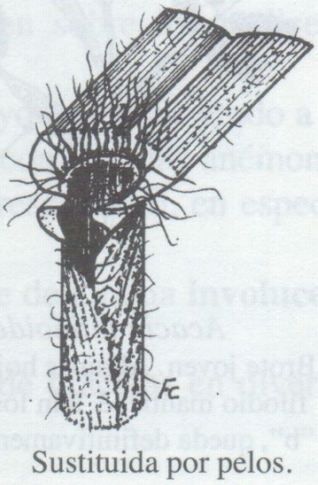
Larga y puntiaguda.



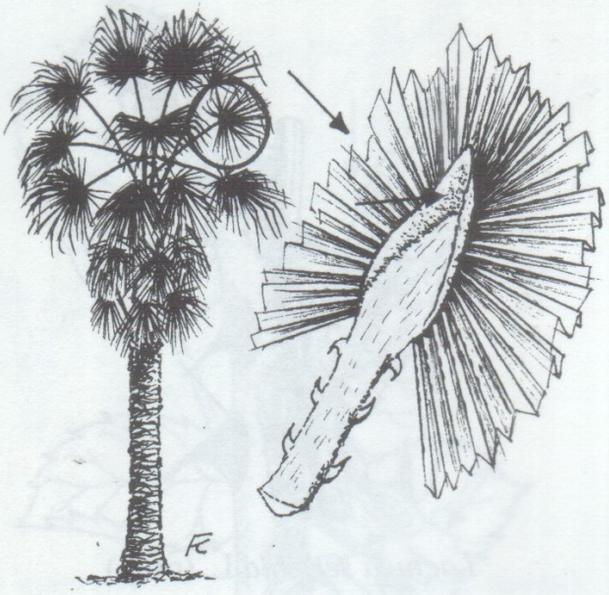
Largamente partida o fimbriada.



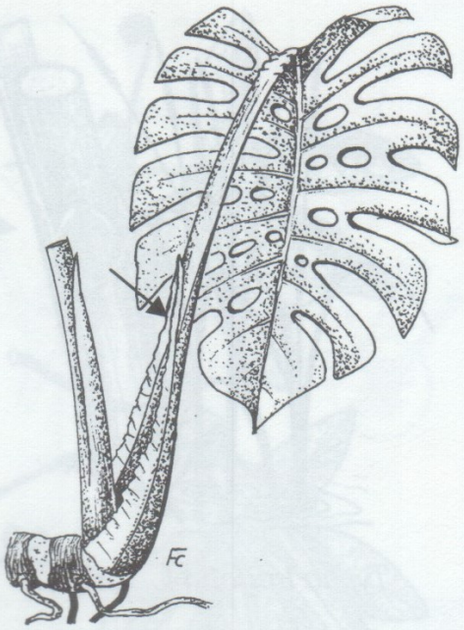
Membranácea ciliada..



Sustituida por pelos.



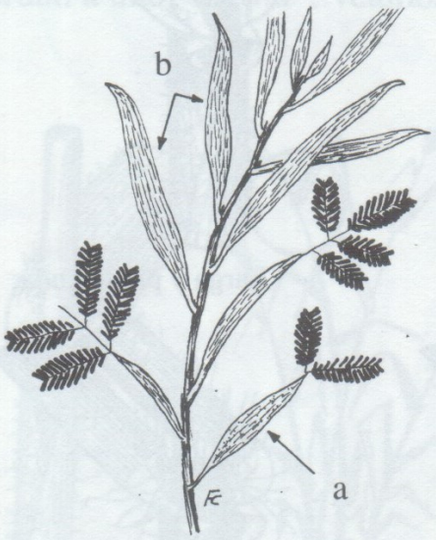
Washingtonia filifera (J.A. Linden) H. A. Wendl
El pecíolo prolongado en una lengüeta, que presentan algunas palmáceas flabelifolias, también puede considerarse una lígula (orig.).



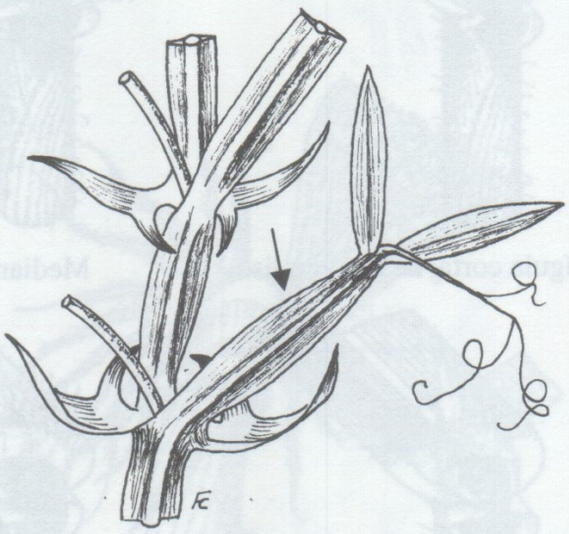
Monstera deliciosa Liebm.
El borde membranáceo de la vaina de algunas aráceas, puede considerarse una lígula (orig.).

Algunos ejemplos de lígulas (orig.).

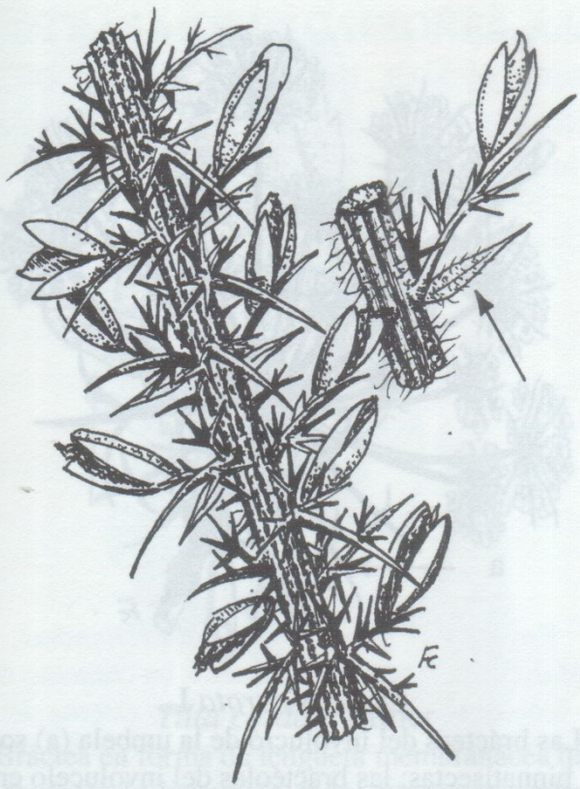
G.- **FILODIOS.** Son pecíolos dilatados y laminares que sustituyen a la lámina de la hoja, la cual está por lo general totalmente abortada. Veamos algunos casos.



Acacia retinoides Schlecht
Brote joven. Algunas hojas, como en "a", el filodio mantiene aún los folíolos. En otras, "b", queda definitivamente el filodio (orig.).

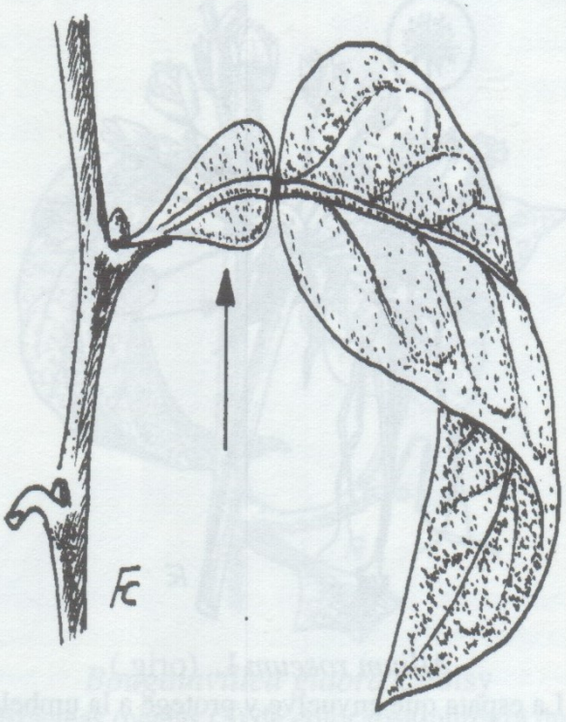


Latyrus latifolius L.
En este caso no sólo el pecíolo se dilata, sino que también se vuelven alados los tallos (orig.).



Ulex minor Roth

Las hojas adultas están transformadas en filodios espinescentes en cuya axila brotan las ramas, que también están transformadas en espinas (orig.).



Citrus aurantium L.

La imagen muestra un pecíolo laminar, pero no se puede considerar un filodio ya que no sustituye al limbo con el cual está articulado (orig.).

Algunos ejemplos de filodios (orig.).

H.- **BRÁCTEAS.** Se llama bráctea a cualquier órgano foliáceo situado en la proximidad de las inflorescencias y distinto (por su forma, tamaño, consistencia, color, etc.) de las hojas normales, del cáliz y de la corola. De sus axilas brotan las inflorescencias.

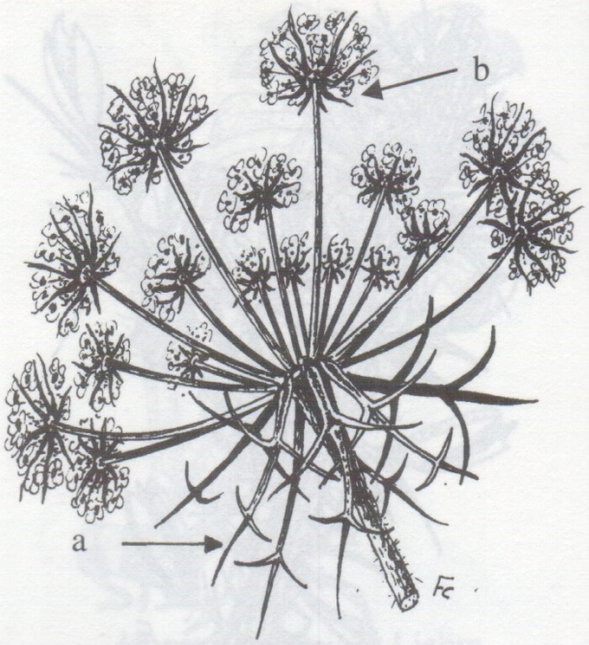
Dado que estas estructuras se pueden encontrar tanto en los ejes principales como en los pedicelos de las flores, se ha adoptado llamar **brácteas** a las que se sitúan en los ejes principales; y **bractéolas** a las que nacen sobre los pedicelos florales, a mayor o menor altura, pero por encima de su base.

Al conjunto de brácteas, cuando rodea y envuelve en mayor o menor grado a las flores, se le llama **involucro**. Existen involucros unifloros, como en las anémones, y también plurifloros, que rodean a grupos de flores (inflorescencias), en especial los de los capítulos y umbelas.

Al conjunto de bractéolas, dispuesto en un verticilo, se le denomina **involucelo,** como sucede en las umbélulas de las umbelas compuestas.

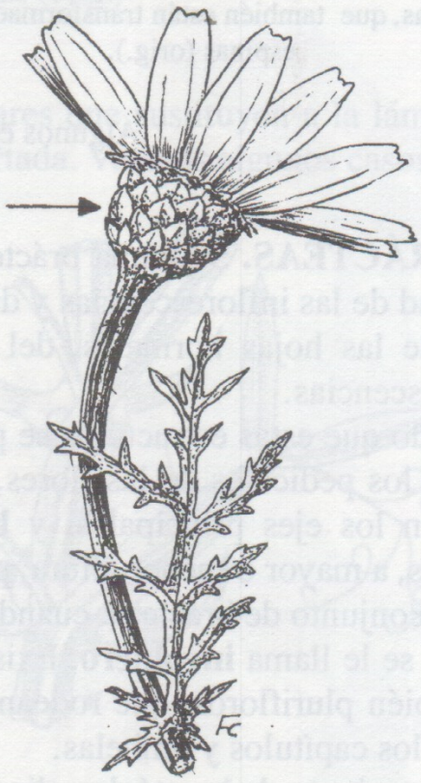
Veamos a continuación algunas formas más frecuentes de brácteas en diversas especies.

Allium roseum L. (orig.).
La espata que envuelve y protege a la umbela antes de la floración está formada por tres o cuatro brácteas (orig.).

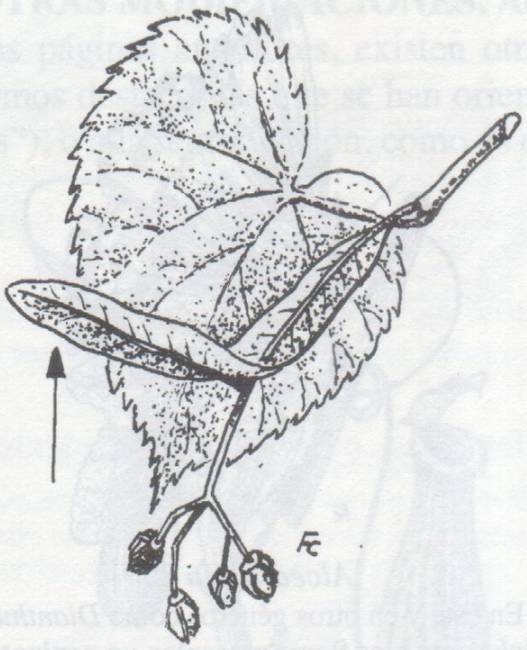


Daucus carota L.
Las brácteas del involucro de la umbela (a) son pinnatisectas; las bractéolas del involucelo en las umbélulas (b) son generalmente simples (orig.).

Cynara cardunculus Wiklund (orig.).
Las brácteas del involucro son anchamente lanceoladas; las externas y medias se van atenuando gradualmente en una punta espinosa erecta o patente; las internas con ápice espatulado (orig.).

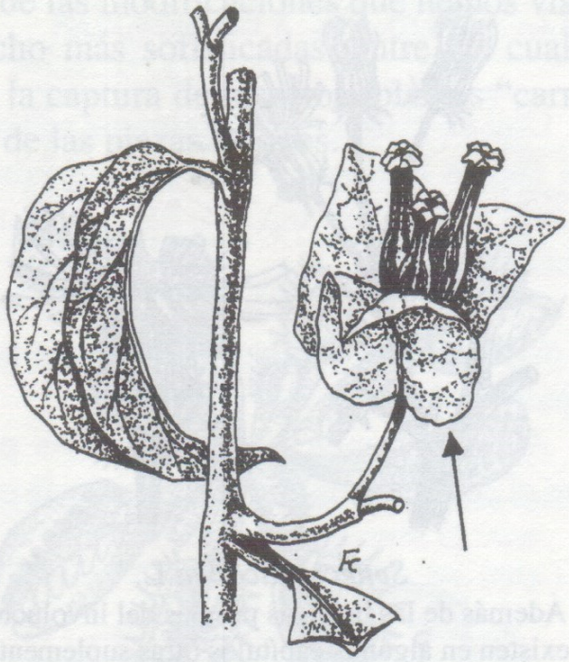


Chrysanthemum coronarium L. (orig.).
Las brácteas involucrales externas presentan formas ovadas; las internas son lanceoladas y con el margen escarioso y pardusco (orig.).



Tilia cordata Miller

Bráctea en forma de lengüeta membranácea que favorece la dispersión de los frutos por medio del aire. Cuando se desprenden del árbol descienden al suelo llevadas por el aire y girando como las aspas de un helicóptero (orig.).

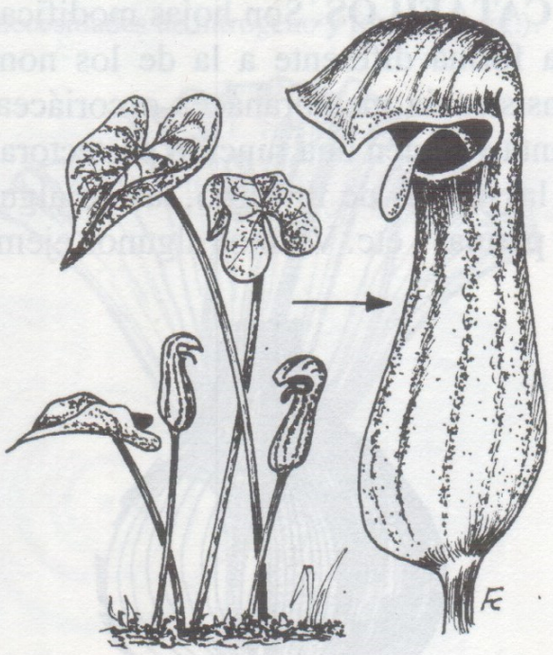


Bougainvillea glabra Choisy

Brácteas ovadas (3) de color rosa-púrpura que cada una sujeta en su nervio medio una flor tubular. Lo llamativo de estas brácteas hace que los inexpertos las confundan con las verdaderas flores (orig.).

Arum italicum Miller

La bráctea forma una espata en forma de cucurucho que envuelve a la inflorescencia. Es de color verde-amarillento o blanquecino llamativos, lo cual hace que también se le considere erróneamente como flor (orig.).



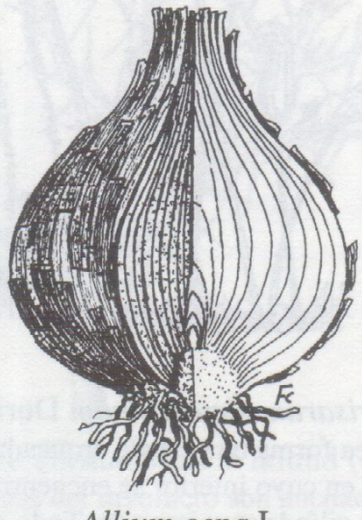
Arisarum simorrhinum Durieu

La bráctea forma una espata arqueada marrón-violácea, en cuyo interior se encuentra la inflorescencia cilíndrica y curvada. Todo en su conjunto recuerda a un candil invertido (orig.).

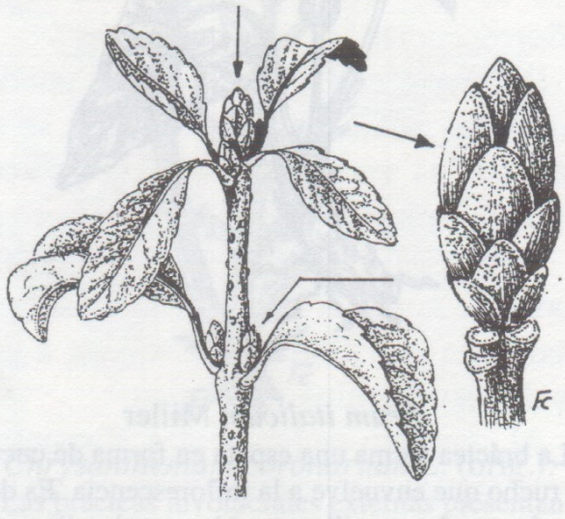
Senecio jacobea L.
Además de las brácteas propias del involucro, existen en algunos capítulos otras suplementarias externas que en su conjunto reciben el nombre de "**filario**" (orig.).

Alcea rosea L.
En este y en otros géneros como *Dianthus*, *Malva*, etc., las flores presentan un conjunto de brácteas, situadas junto a la parte externa del cáliz, que dan la impresión de ser un verticilo suplementario. A este conjunto de brácteas se le denomina **calículo** o **epicáliz** (orig.).

I.- **CATÁFILOS.** Son hojas modificadas que, generalmente, carecen de clorofila y una forma diferente a la de los nomófilos. A menudo son escuamiformes o de consistencia membranácea o coriácea. Aparecen sólo en la parte vegetativa de la planta y tienen una función protectora. Se consideran también catáfilos las escamas de las yemas de invierno, las de algunos bulbos, las que poseen algunos rizomas, las pérulas , etc. Veamos algunos ejemplos:

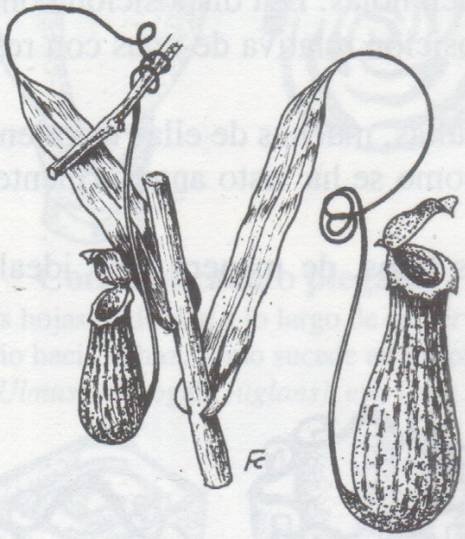


Allium cepa L.
Catáfilos carnosos en un bulbo de cebolla (orig.).

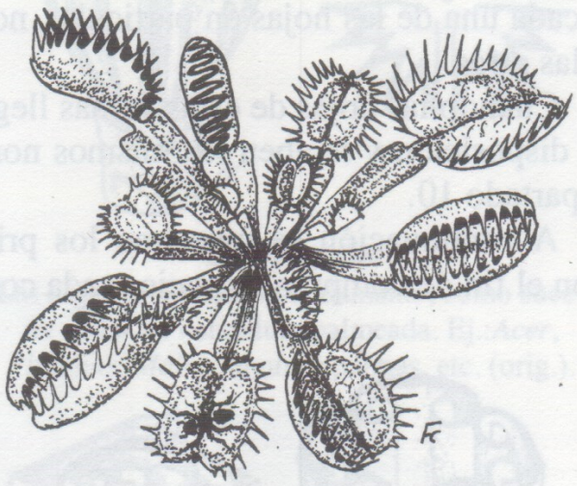


Euonymus japonicus L. fil.
Catáfilos escuamiformes en una yema (orig.).

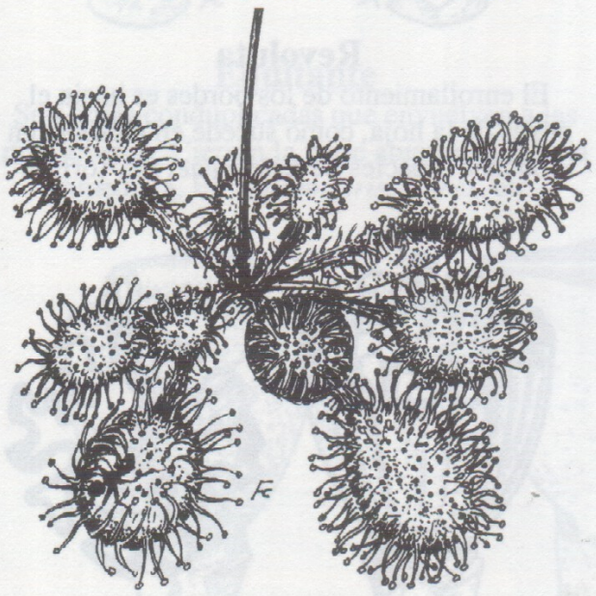
J.- **OTRAS MODIFICACIONES.** Además de las modificaciones que hemos visto en las páginas anteriores, existen otras mucho más sofisticadas, entre las cuales podemos destacar las que se han orientado a la captura de insectos (plantas "carnívoras"), o a la reproducción, como es el caso de las piezas florales.



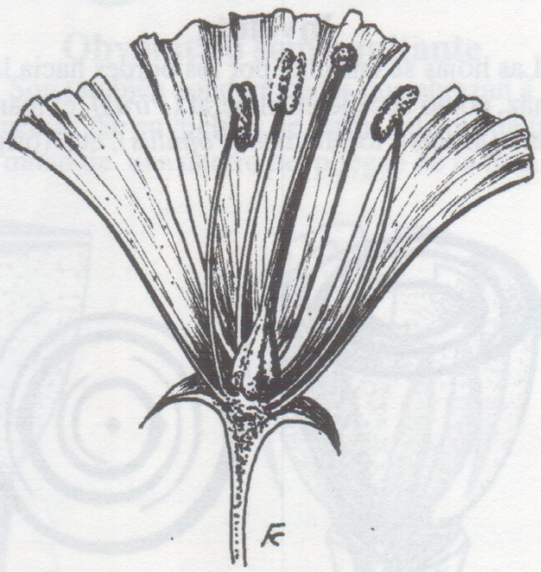
Nepenthes alata L.
La hoja se prolonga en un segmento filiforme en cuyo extremo se dispone una estructura con forma de utrículo y operculada llamada **ascidio**, que actúa como trampa para capturar a los insectos que acuden atraídos por el líquido azucarado que hay en su interior (orig.).



Dionaea muscipula J. Ellis
El limbo de la hoja posee dos lóbulos bordeados de cilios. En el haz existen setas sensibles al tacto que, al ser estimuladas, provocan el cierre brusco de los lóbulos, atrapando a los insectos. De esta manera la planta satisface sus necesidades de nitrógeno y fósforo (orig.).



Drosera rotundifolia L.
Las hojas presentan excrecencias a modo de tentáculos cuyas cabezuelas glandulares segregan un líquido pegajoso que atrapa a los insectos (orig.).



Las piezas florales, llamadas en general **antófilos,** son también hojas modificadas con función protectora o de reclamo (sépalos y pétalos) y reproductora (estambres y carpelos) (orig.).

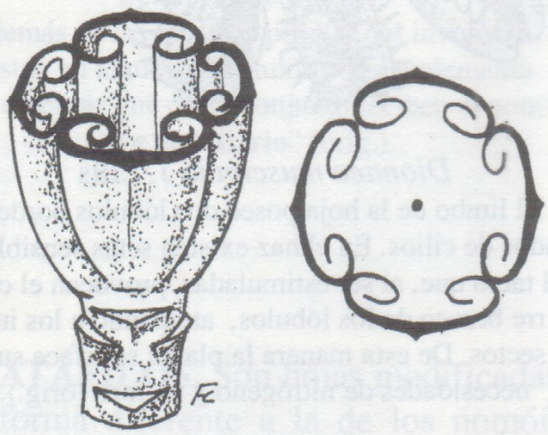
Otras modificaciones en las hojas (orig.).

12.- TIPOS DE VERNACIÓN

Con el término vernación nos referimos a las maneras de disponerse las hojas en las **yemas foliíferas**, es decir las yemas que traen hojas. Esa disposición concierne a cada una de las hojas en particular, no a la posición relativa de unas con respecto a las otras.

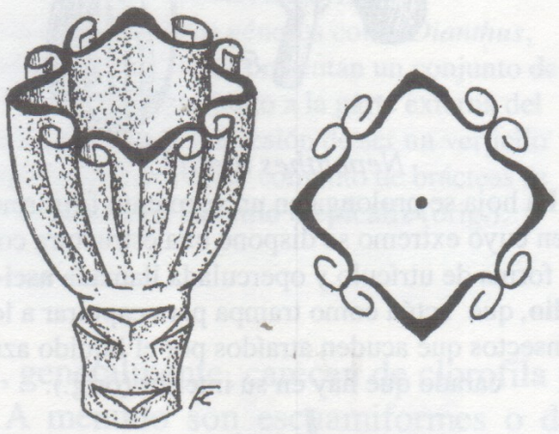
Cuando las hojas de estas yemas llegan a adultas, muchas de ellas mantienen esta disposición y reciben los mismos nombres como se ha visto anteriormente en el Apartado 10.

A continuación se muestran los principales tipos, de manera muy idealizada, con el fin de comprender mejor cada concepto.



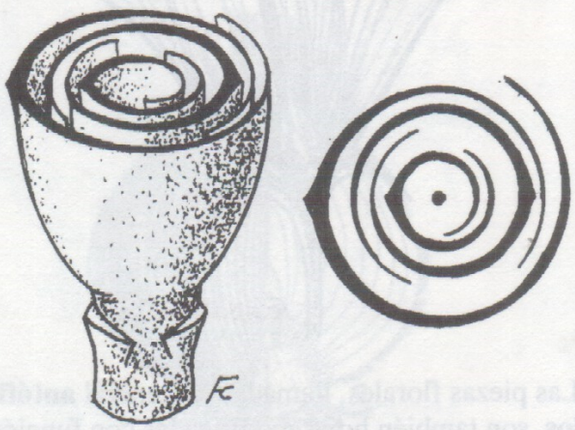
Involuta

Las hojas se enrollan por los bordes hacia la haz, como sucede en el peral (*Pirus*), el manzano (*Malus*), los álamos (*Populus*), etc. (orig.).



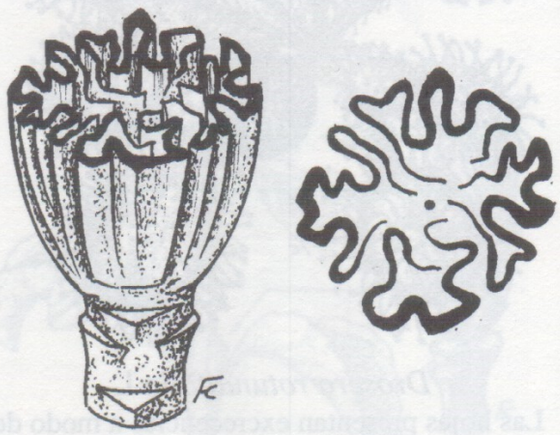
Revoluta

El enrollamiento de los bordes es hacia el envés de la hoja, como sucede en *Galium*, en muchas especies de *Ericaceae*, etc. (orig.).



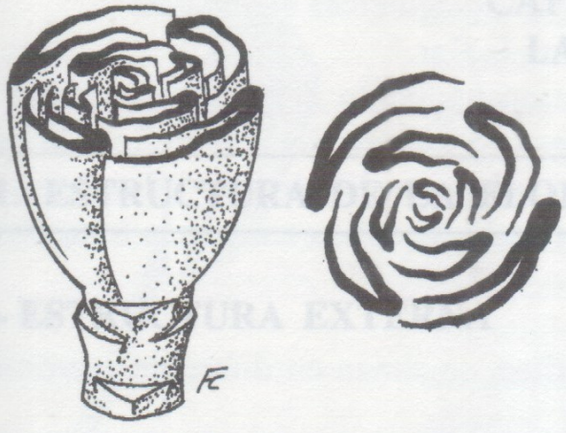
Convoluta

Las hojas se enrollan longitudinalmente formando un tubo en dirección al nervio medio. Ej.: *Canna*, *Tulipa*, *Musa*, las gramíneas, etc.



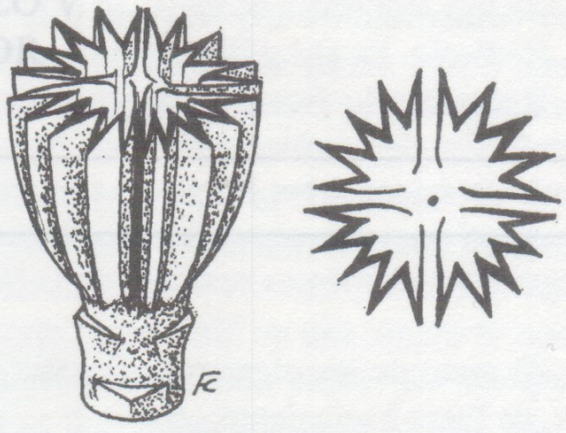
Corrugada

Las hojas se arrugan y forman pliegues irregulares y en cualquier dirección. Ej.: Jaras (*Cistus*), Amapolas (*Papaver*), Granado (*Punica*), *etc*. (orig.).



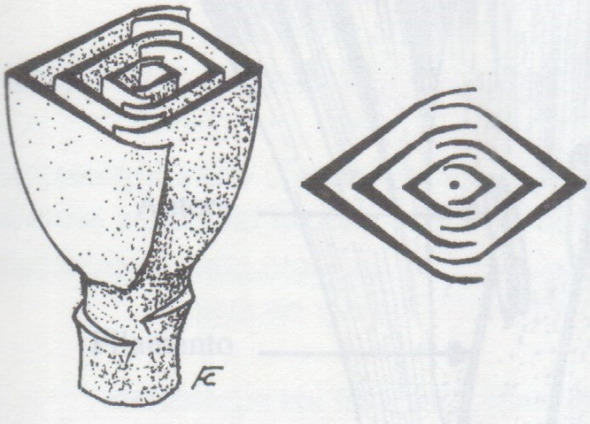
Conduplicada o **plegada**

Las hojas se doblan a lo largo de su nervio medio hacia la haz, como sucede en los olmos (*Ulmus)*, el nogal (*Juglans)*, etc. (orig.).



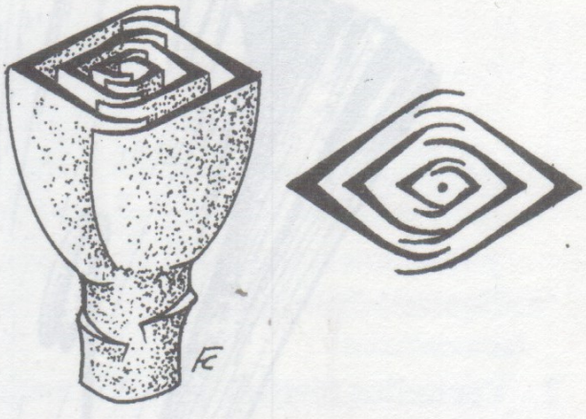
Replegada

Las hojas se doblan repetidamente, como sucede en las de nervadura palmeada. Ej.:*Acer*, *Platanus*, *Malva*, algunas palmas, etc. (orig.).



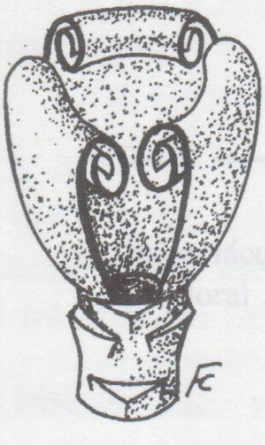
Equitante

Son hojas conduplicadas que envuelven a las más jóvenes. Cierran la parte abierta de la hoja inmediata. Ej.: *Allium, Iris*, *Carex*, etc.



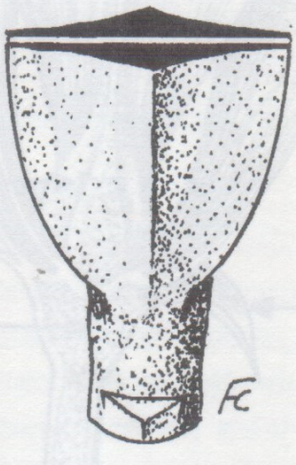
Obvoluta o **semiequitante**

Son también conduplicadas que abrazan a medias. Se envuelven de forma que queda la mitad de una dentro del pliegue de la otra.



Circinada

Las hojas se enrollan transversalmente del ápice hacia la base como los frondes de muchos helechos (orig.).



Adpresa

Las hojas se aplican una con la otra como mirándose cara a cara, la haz contra la haz.

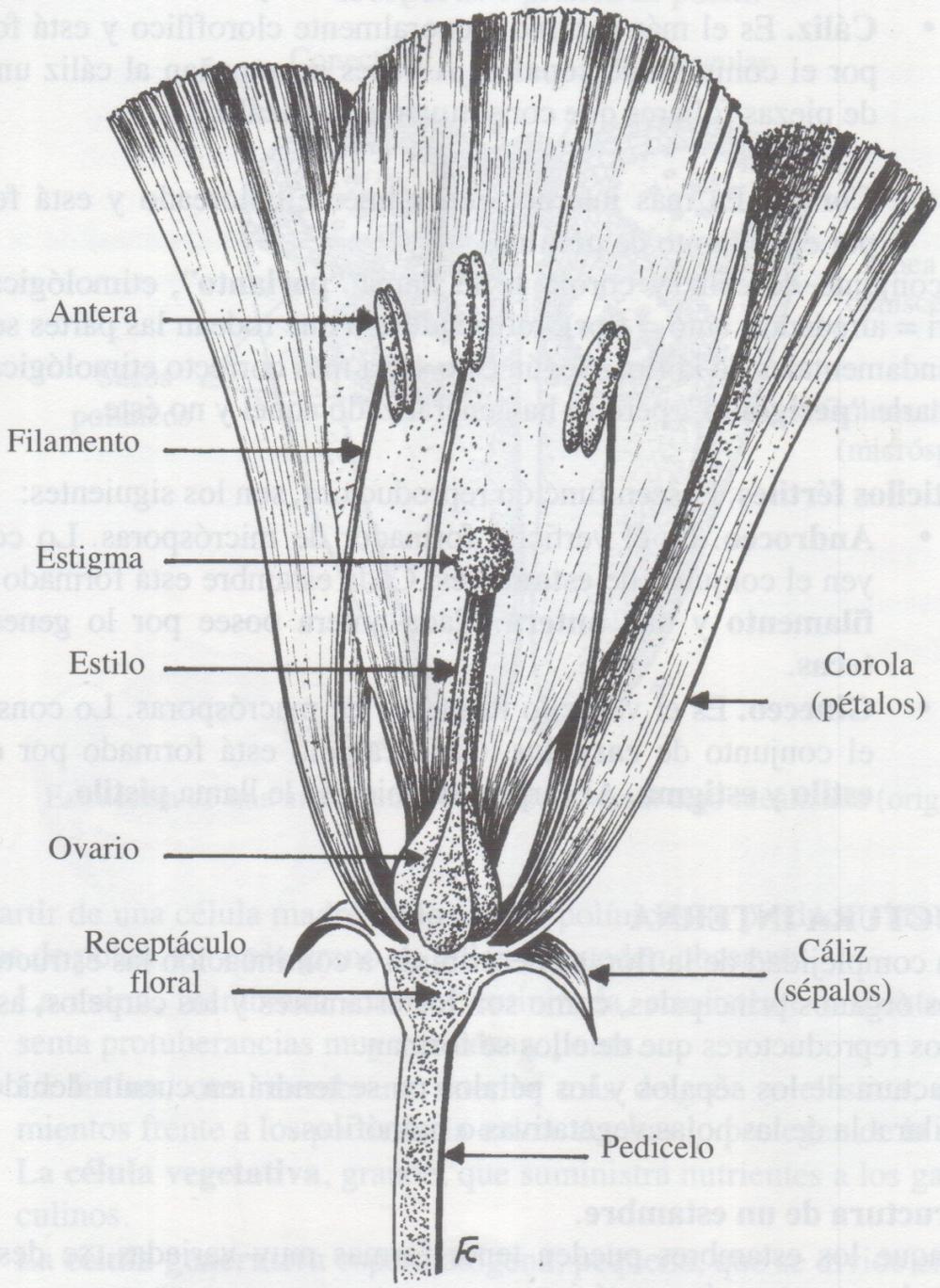
Reclinada

Cada hoja se dobla de través, de manera que el ápice se sitúa cerca de la base (orig.).

CAPÍTULO V
LA FLOR

1.- ESTRUCTURA DE LA FLOR

A.- ESTRUCTURA EXTERNA



Estructura de una flor típica algo idealizada (orig.).

En una flor típica se aprecian externamente los siguientes elementos:

Pedicelo. Es el cabillo o rabillo que soporta la flor.

Receptáculo floral o **tálamo**. Es el ensanchamiento del pedicelo donde se asientan las demás piezas florales. Este término también se usa para definir la base donde se asientan las flores en algunas inflorescencias. El término **tálamo** se usa menos ya que, con su sentido de "lecho conyugal", se aplica cuando se trata de albergar a los elementos sexuales de la flor.

El resto de los elementos florales, **antófilos**, se sitúan en diferentes verticilos que, de fuera hacia dentro, son:

1.- **Verticilos estériles**. Tienen función de protección y de reclamo, son:

- **Cáliz.** Es el más externo, generalmente clorofílico y está formado por el conjunto de **sépalos**. A veces acompañan al cáliz una serie de piezas foliares que constituyen el "**epicáliz**".

- **Corola**. Es más interno, generalmente coloreado y está formado por el conjunto de **pétalos**.

Al conjunto de cáliz y corola se le llama "**perianto**", etimológicamente (peri = alrededor, anto = flor), refiriéndose a que rodean las partes sexuales y fundamentales de la flor. Según esto sería más correcto etimológicamente llamarle "**perigonio**", pero se ha generalizado aquél y no éste.

2.- **Verticilos fértiles**. Poseen función reproductora, son los siguientes:

- **Androceo**. Es el verticilo formador de micrósporas. Lo constituyen el conjunto de **estambres.** Cada estambre está formado por un **filamento** y una **antera**. Cada antera posee por lo general dos **tecas**.
- **Gineceo.** Es el verticilo formador de macrósporas. Lo constituyen el conjunto de **carpelos.** Cada carpelo está formado por **ovario**, **estilo** y **estigma.** Al carpelo también se le llama **pistilo**.

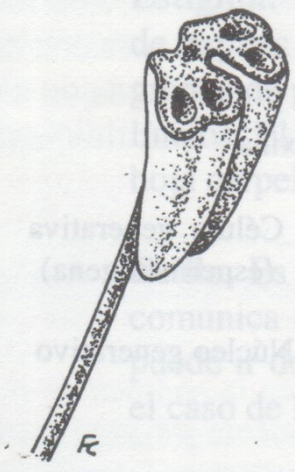
B.- ESTRUCTURA INTERNA

Dada la complejidad de la flor, se describirán a continuación las estructuras internas de los órganos principales, como son los estambres y los carpelos, así como los elementos reproductores que de ellos se forman.

La estructura de los sépalos y los pétalos no se tendrá en cuenta debido a que es muy similar a la de las hojas vegetativas o nomófilos.

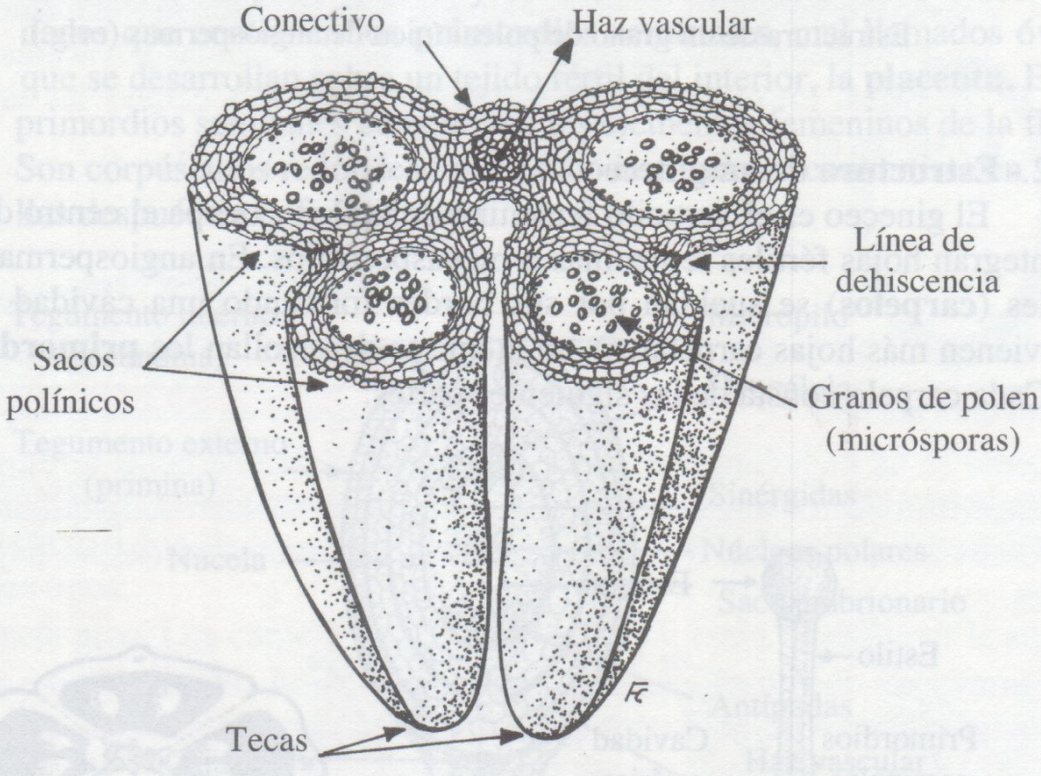
1.- Estructura de un estambre.

Aunque los estambres pueden tener formas muy variadas, se describe a continuación la estructura de uno típico.



Cada estambre está formado por un **filamento**, cuyo extremo sujeta una estructura de forma más o menos globosa llamada **antera.** La antera está dividida longitudinalmente en dos mitades llamadas **tecas.** Las dos tecas se unen entre sí y al filamento por el **conectivo.** Cada teca está recorrida, también longitudinalmente, por un surco.

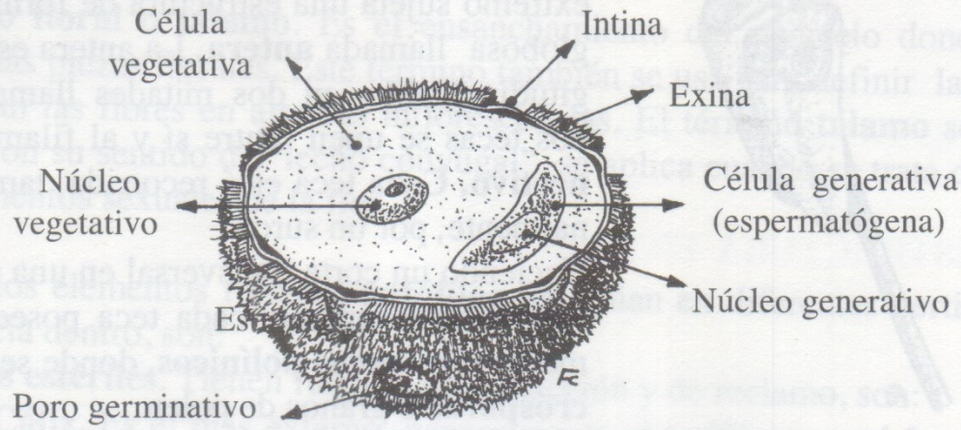
Haciendo un corte transversal en una antera se observa que internamente cada teca posee dos compartimentos, los **sacos polínicos,** donde se forman las **micrósporas** o granos de polen.



Estructura de una antera en sección transversal algo idealizada (orig.).

A partir de una célula madre de los sacos polínicos se producen las micrósporas o granos de polen. En cada grano de polen se pueden observar:

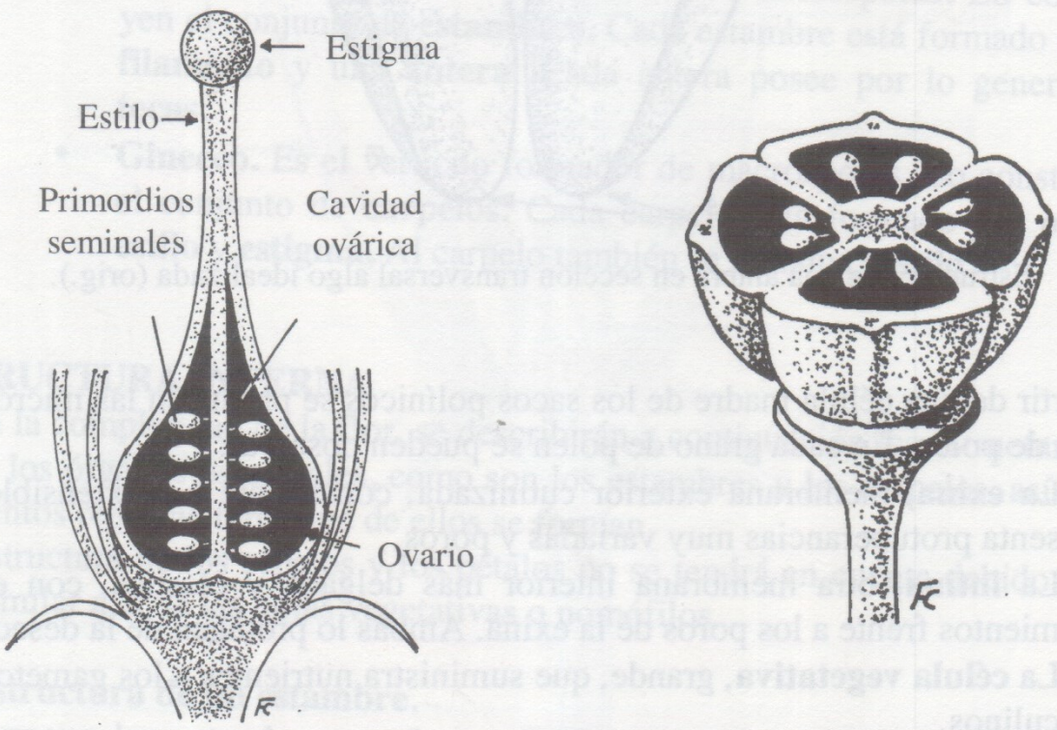
- La **exina,** membrana exterior cutinizada, consistente e inextensible. Presenta protuberancias muy variadas y poros.
- La **intina,** otra membrana interior más delgada y elástica, con espesamientos frente a los poros de la exina. Ambas lo protegen de la desecación.
- La **célula vegetativa**, grande, que suministra nutrientes a los gametos masculinos.
- La **célula generativa** espermatógena, pequeña, que se divide en dos gámetas masculinos (anterozoides), homólogos de los espermatozoides.



Estructura de un grano de polen típico de angiospermas (orig.).

2.- Estructura de un gineceo

El gineceo es el verticilo femenino de la flor y ocupa el centro de la misma. Lo integran hojas fértiles femeninas o megasporofilos. En angiospermas esas hojas fértiles (**carpelos**) se sueldan por sus bordes formando una cavidad (o varias si intervienen más hojas carpelares), en la que se desarrollan los **primordios seminales**. Cada carpelo consta de las siguientes partes:

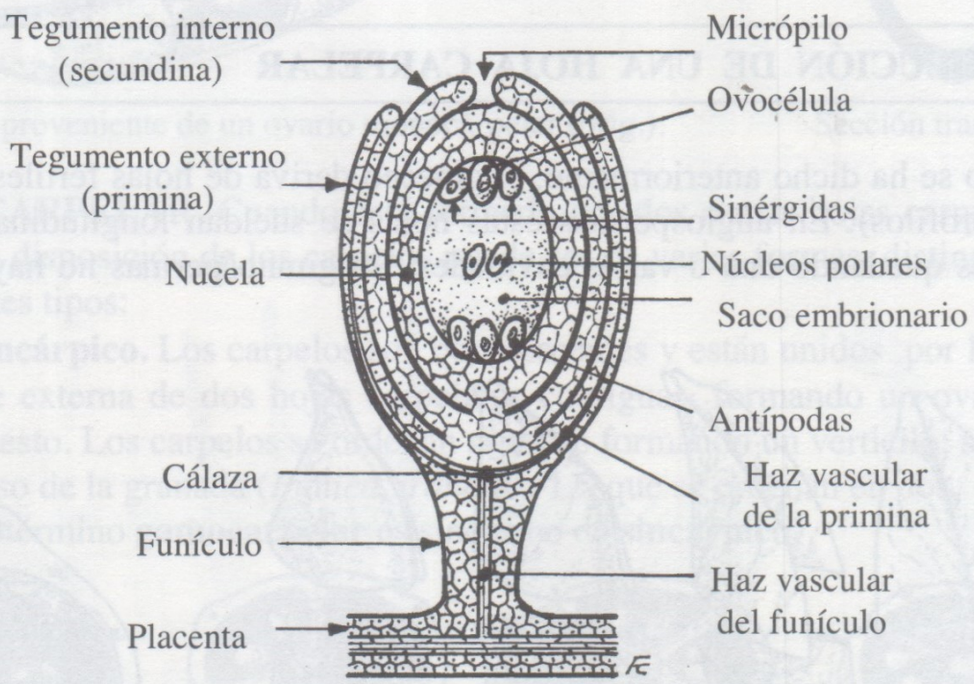


Sección longitudinal y transversal de un gineceo (orig.).

- **Estigma.** Es la parte superior del carpelo. Tiene su superficie cubierta de papilas bañadas por un líquido viscoso y azucarado que recibe los granos de polen y los nutre, favoreciendo el desarrollo de los tubos polínicos. El estigma es la cresta apical que queda de la soldadura de la hoja carpelar en su evolución.

- **Estilo.** Es un filamento o columnita hueca o de tejido esponjoso que comunica el estigma con el ovario. El tamaño es muy variable, pues puede ir desde veinte centímetros en el maíz hasta no existir como es el caso de las amapolas.

- **Ovario.** Es la parte inferior y ensanchada. Encierra una o varias cavidades que contienen los **primordios seminales,** mal llamados óvulos, que se desarrollan sobre un tejido fértil del interior, la **placenta.** Estos primordios seminales constituyen los elementos femeninos de la flor. Son corpúsculos redondeados y están destinados a convertirse en semillas después de la fecundación.



Estructura de un primordio seminal (orig.).

En la estructura de un primordio seminal se distinguen las siguientes partes:

- **Funículo**. Es un filamento corto que une el primordio seminal a la placenta. Está recorrido por un haz vascular que nutre al primordio.

- **Cálaza.** Es el punto donde el haz vascular se ramifica para regar la nucela y los tegumentos.

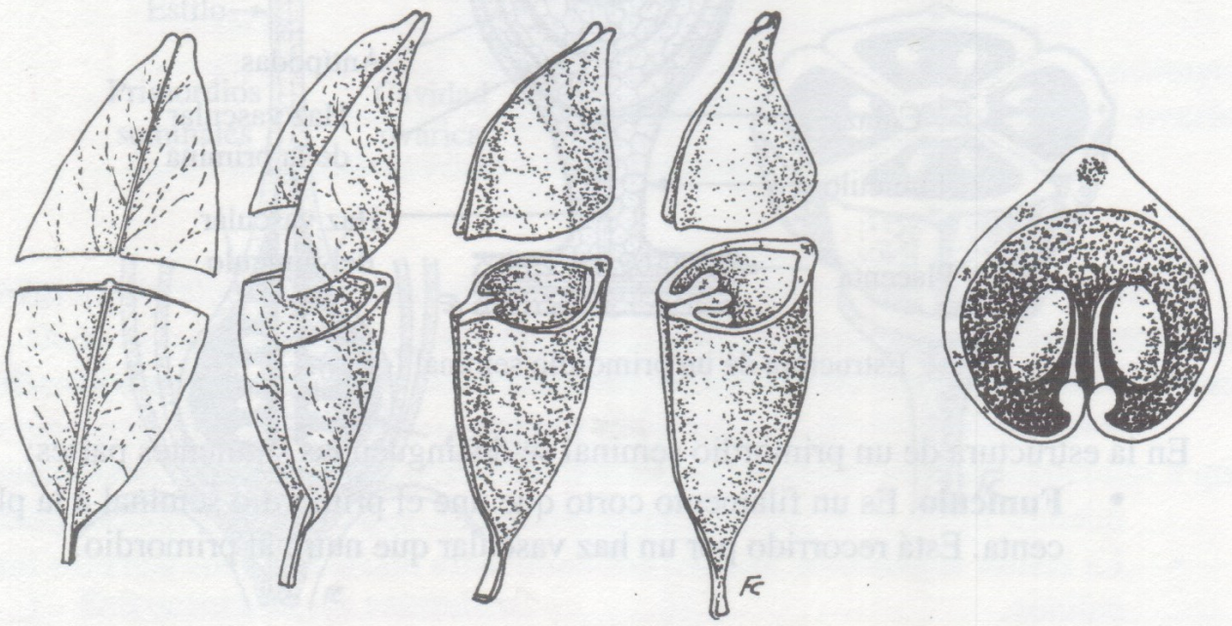
- **Tegumentos.** Son dos membranas (**primina** y **secundina**) que rodean a un cuerpo central, la nucela. A veces sólo existe una por fusión de las dos o por desaparición de una de ellas. Estos tegumentos dejan una abertura apical o **micrópilo** para la entrada del tubo polínico, aunque puede acceder por otros puntos.

- **Nucela.** Diminutivo de "nuez" Es el cuerpo central que encierra al saco embrionario.

- **Saco embrionario**. Es una estructura, relativamente de gran tamaño, que se halla en el interior de la nucela. Es homóloga a la macróspora de los pteridófitos. En el extremo más próximo al micrópilo se halla el verdadero óvulo, la **ovocélula** y otras dos células adyacentes las **sinérgidas.** En el extremo opuesto hay otras tres células las **antípodas,** y hacia el centro del saco los dos **núcleos polares.**

2.- EVOLUCIÓN DE UNA HOJA CARPELAR

Como se ha dicho anteriormente, el gineceo deriva de hojas fértiles femeninas (megasporofilos). En angiospermas estas hojas se sueldan longitudinalmente por sus bordes quedando una o varias cavidades. En gimnospermas no hay hojas carpelares.



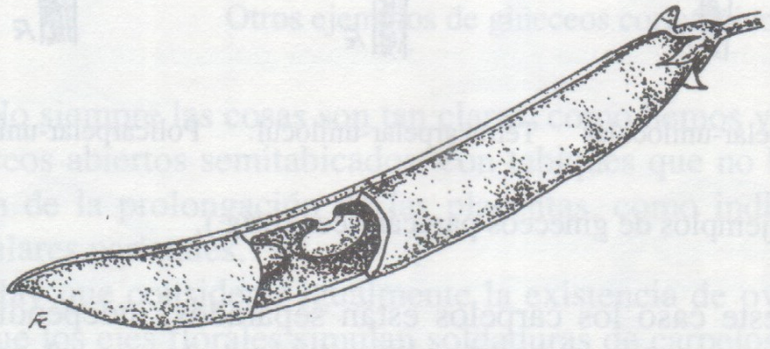
Evolución de una hoja carpelar (orig.).

El carpelo primitivo es una hoja fértil conduplicada que encierra los primordios seminales en el interior del pliegue. A lo largo de la sutura o cresta estigmática queda una zona receptora de los granos de polen. En la evolución, la soldadura se va consolidando hasta quedar reducida a un estigma apical.

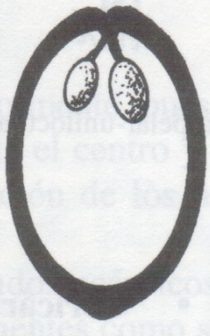
3.- TIPOS DE GINECEOS SEGÚN DISPOSICIÓN DE CARPELOS

Si atendemos al número de carpelos y a la disposición que adquieren en la flor se pueden distinguir los siguientes tipos:

A.- **MONOCARPELAR.** Se llama así al gineceo constituido por una sola hoja carpelar, como ocurre en cualquier planta de la familia de las leguminosas.



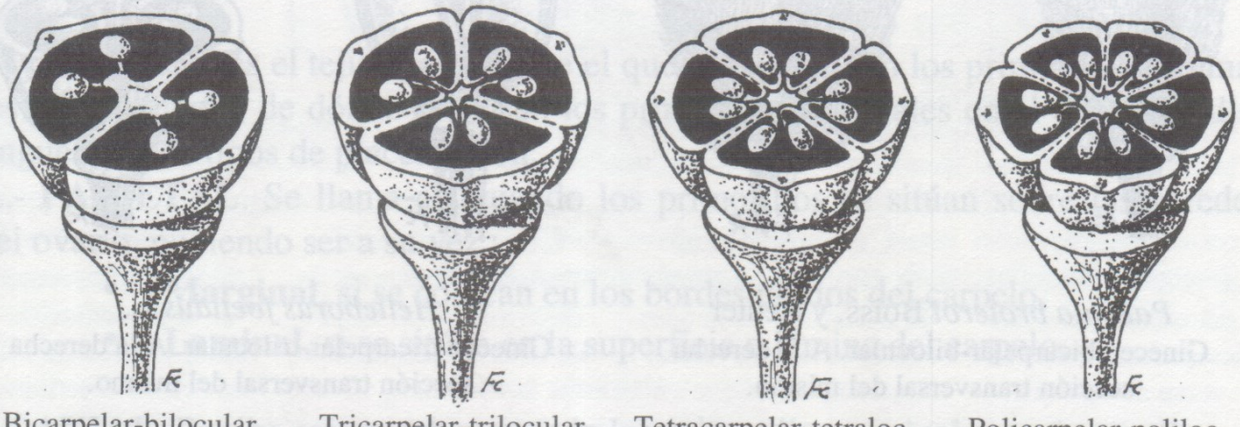
Fruto proveniente de un ovario monocarpelar (orig.).



Sección transversal.

B.- **POLICARPELAR.** Cuando está formado por dos o más hojas carpelares. En este caso la disposición de los carpelos puede ser de varias formas, distinguiéndose los siguientes tipos:

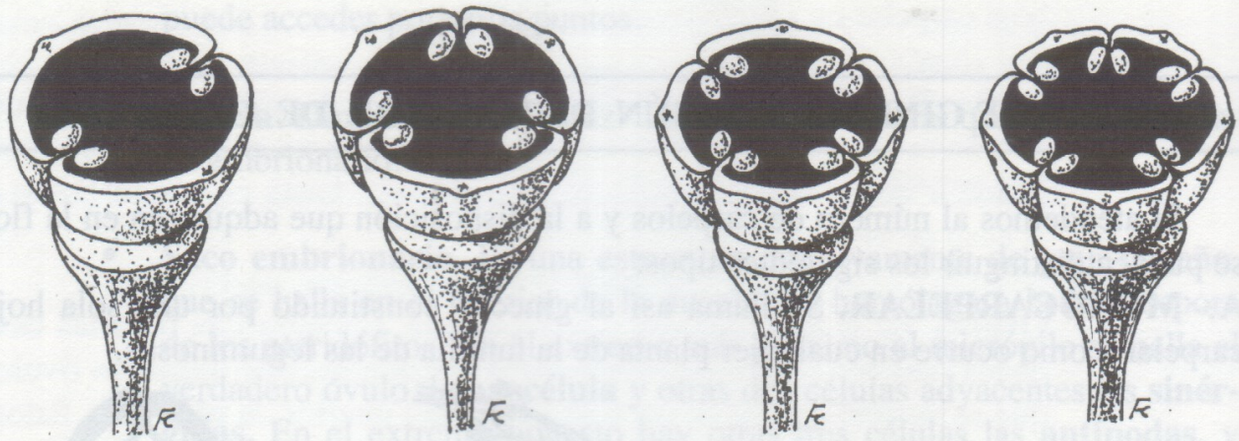
- **Sincárpico.** Los carpelos son concrescentes y están unidos por la superficie externa de dos hojas carpelares contiguas, formando un ovario compuesto. Los carpelos se ordenan siempre formando un verticilo; salvo en el caso de la granada (*Punica granatum* L.) que se ordenan en dos.
  El término **gamocarpelar** es sinónimo de **sincárpico.**



Bicarpelar-bilocular Tricarpelar-trilocular Tetracarpelar-tetraloc. Policarpelar-poliloc.

Diversos ejemplos de gineceos sincárpicos (orig.).

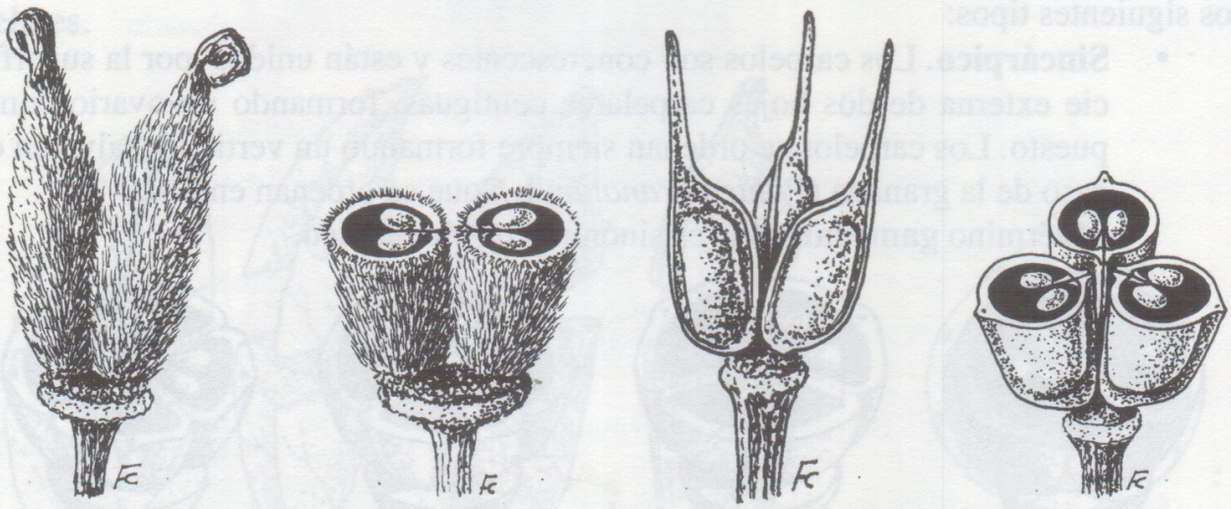
- **Paracárpico**. Es una variante del sincárpico con la diferencia de que la unión de las hojas carpelares se realiza por los bordes, y no por la superficie externa. Generalmente suelen ser uniloculares.



Bicarpelar-unilocular Tricarpelar-unilocular Tetracarpelar-unilocul. Policarpelar-unilocul.

Diversos ejemplos de gineceos paracárpicos (orig.).

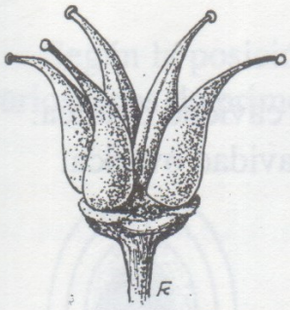
- **Coricárpico**. En este caso los carpelos están separados, independientes, formando cada uno un ovario aparte. La disposición de los carpelos puede ser en verticilo o en hélice a lo largo de un eje floral.
Los términos **apocárpico** y **dialicarpelar** son sinónimos de **coricárpico**.



Paeonia broteroi Boiss. y Reuter
Gineceo bicarpelar-bilocular. A la derecha sección transversal del mismo.

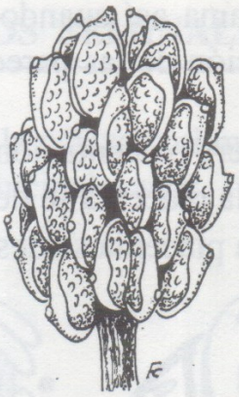
Helleborus foetidus L.
Gineceo tricarpelar-trilocular. A la derecha sección transversal del mismo.

Diversos ejemplos de gineceos coricárpicos (orig.).



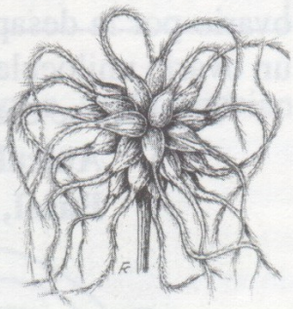
Sedum acre L.

Gineceo policarpelar-polilocular. A la derecha sección transversal del mismo.



Ranunculus paludosus Poiret

Gineceos policarpelares dispuestos en hélice a lo largo del eje floral.



Clematis vitalba L.

Otros ejemplos de gineceos coricárpicos (orig.).

No siempre las cosas son tan claras, como hemos visto anteriormente, pues hay gineceos abiertos semitabicados, con tabiques que no llegan hasta el centro y proceden de la prolongación de las placentas, como indica la posición de los haces vasculares parietales.

Hay que considerar igualmente la existencia de ovarios pseudosincárpicos, en los que los ejes florales simulan soldaduras de carpelos independientes como se ve claramente en *Malus*, *Nuphar*, etc.

Desde el punto de vista evolutivo se consideran caracteres primitivos los siguientes: la distribución helicoidal frente a la verticilada; el número elevado de carpelos frente al número reducido y los gineceos apocárpicos frente a los sincárpicos.

4.- TIPOS DE PLACENTACIÓN

La placenta es el tejido fértil sobre el que se desarrollan los primordios seminales. Dependiendo de dónde se sitúan los primordios seminales en el ovario se distinguen varios tipos de placentación.

A.- **PARIETAL**. Se llama así cuando los primordios se sitúan sobre las paredes del ovario, pudiendo ser a su vez :

- **Marginal**, si se colocan en los bordes unidos del carpelo.
- **Laminal,** si se sitúan en la superficie o lámina del carpelo.

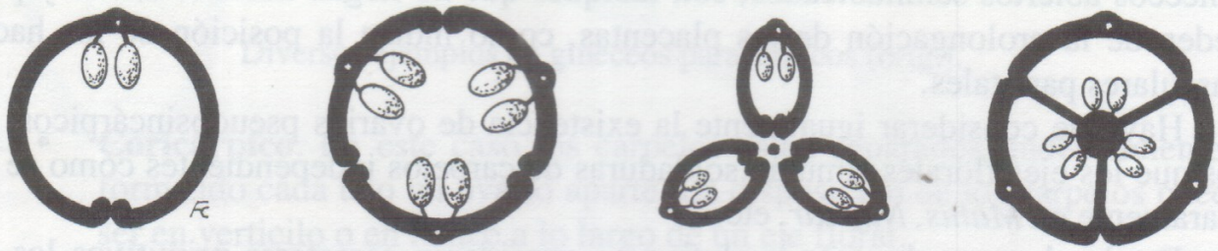
B.- **AXIAL.** Recibe este nombre cuando los primordios seminales se desarrollan en el ángulo interior que forman las paredes de un ovario sincárpico plurilocular.

C.- **CENTRAL.** Se llama así cuando se encuentran sobre el eje longitudinal del ovario por la desaparición de las paredes de un ovario sincárpico transformado en un ovario unilocular.

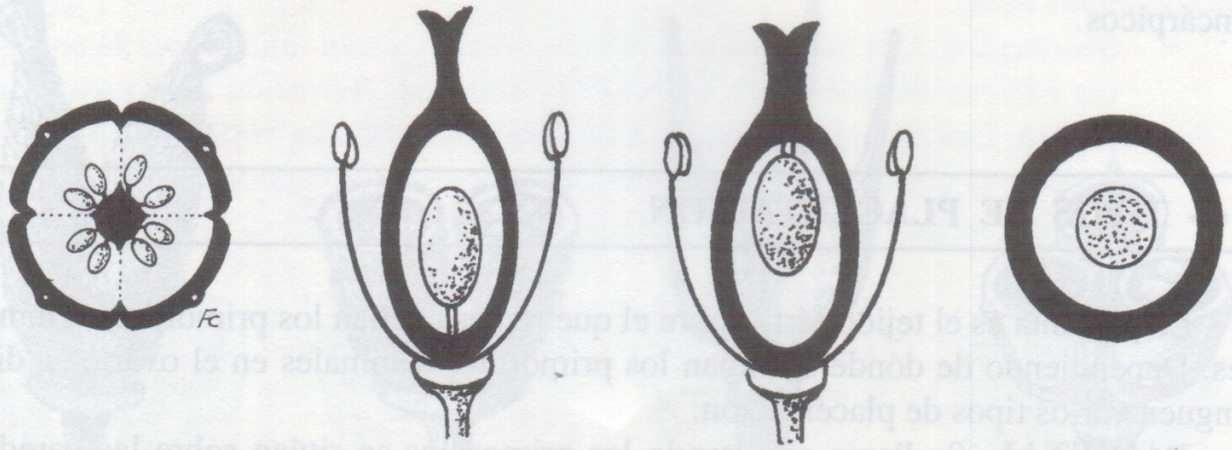
También se considera placentación central en estos casos:

- **Apical**, si la placenta se desarrolla en el ápice de la cavidad ovárica.
- **Basal,** si la placenta se desarrolla en la base de la cavidad ovárica.

Ejemplos de placentación parietal marginal en diferentes gineceos (orig.).



Ejemplos de placentación parietal laminal (orig.). Placentación axial



Central
Las paredes de los carpelos contiguos han desaparecido. Se insinúan con puntos.

Central basal
El primordio seminal se desarrolla en la base de la cavidad ovárica.

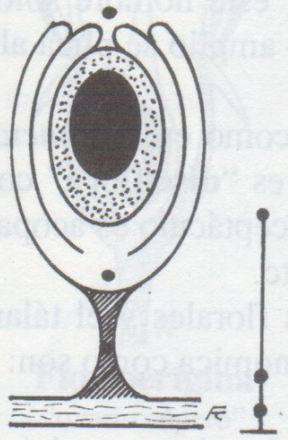
Central apical
El primordio seminal se desarrolla en el ápice de la cavidad ovárica.

Central
Sección transversal de la placentación basal y apical en los dos casos anteriores

Ejemplos de placentación central (orig.).

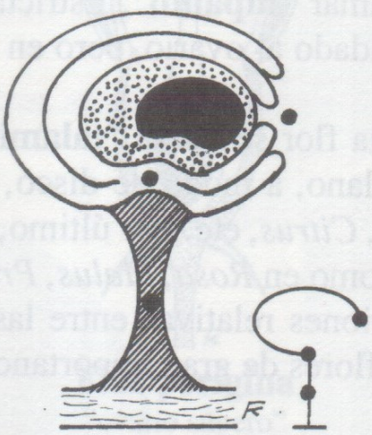
5.- POSICIÓN DE LOS PRIMORDIOS SEMINALES

Según la posición relativa del funículo, la cálaza y el micrópilo, se diferencian varios tipos de primordios seminales. Los principales son:



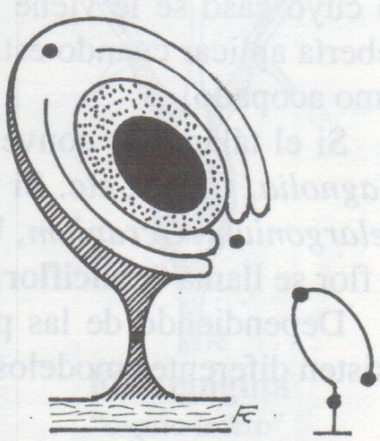
Ortótropo

El funículo, la cálaza y el micrópilo se encuentran en línea recta. Ej.: cistáceas, urticáceas, juglandáceas poligonáceas, piperáceas, etc.



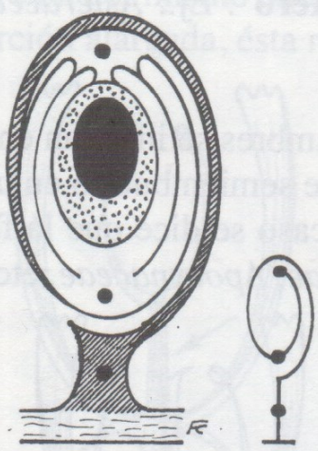
Campilótropo

El cuerpo de la nucela se arquea por la parte media de manera que el micrópilo se acerca a la cálaza. Ej.: resedáceas, leguminosas, etc.



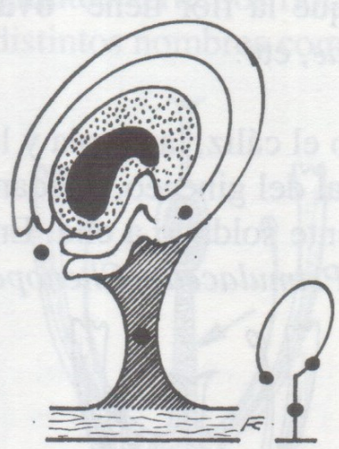
Anátropo

El cuerpo del primordio gira 180 ° por la base del funículo con el que se suelda, constituyendo la "**rafe**". Es el tipo más frecuente con diferencia.



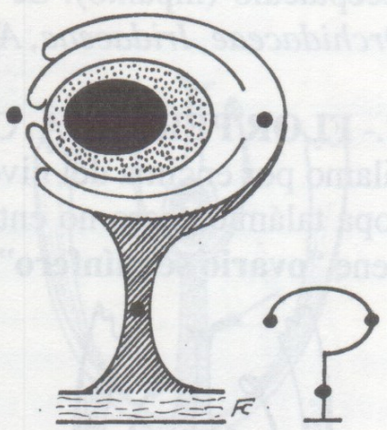
Circinótropo

El funículo se alarga mucho y rodea el cuerpo del primordio seminal. Ej.: plumbagináceas, "*Opuntia*", etc.



Anfítropo

Se aplica a los campilótropos en los que la cálaza no está muy distante del funículo y existe una breve rafe. Ej.: alismatáceas, butomáceas etc.



Hemianátropo

El primordio seminal no es enteramente anátropo ya que el funículo sólo es concrescente en cierto trecho de su flanco con dicho rudimento seminal. Ej.: *Ranunculus*.

Tipos de primordios seminales según su posición.

Los funículos se representan rayados; la nucela punteada; el saco embrionario en negro y los tegumentos en blanco (orig.).

6.- TIPOS DE FLORES SEGÚN LA POSICIÓN DEL GINECEO

El receptáculo floral o tálamo es el ensanchamiento del pedicelo donde se insertan las piezas florales. Con mucha frecuencia el receptáculo es plano, pero hay casos en los que se prolonga y casos en los que se hunde formando como una copa, en cuyo caso se le viene a llamar "**hipanto**". Estrictamente este nombre sólo se debería aplicar cuando está soldado al ovario, pero en sentido amplio se plica al tálamo acopado.

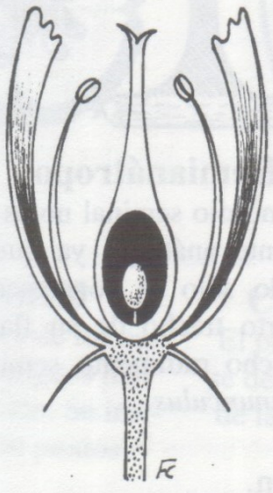
Si el tálamo es convexo, la flor se llama "**talamiflora**" como en *Ranunculus*, *Magnolia*, *Cistus*, etc. Si es plano, a modo de disco, la flor es "**disciflora**" como *Pelargonium*, *Geranium*, *Vitis*, *Citrus*, etc. Por último, si el receptáculo es acopado, la flor se llama "**caliciflora**" como en *Rosa*, *Malus*, *Prunus*, etc.

Dependiendo de las posiciones relativas entre las piezas florales y el tálamo, existen diferentes modelos de flores de gran importancia taxonómica como son:

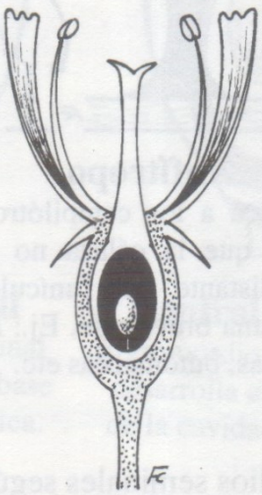
A.- **FLOR HIPÓGINA**. Llamada así cuando el cáliz, la corola y los estambres (si los hay) se insertan en el tálamo por debajo de la base del gineceo. En este caso se dice que la flor tiene "**ovario súpero**". Ej.: *Poaceae*, *Lamiaceae*, *Liliaceae*, etc.

B.- **FLOR EPÍGINA**. Cuando el cáliz, la corola y los estambres se insertan en el tálamo por encima del gineceo. El ovario está totalmente embutido y soldado en el receptáculo (hipanto). Se dice que la flor tiene "**ovario ínfero**". Ej.: *Asteraceae, Orchidaceae*, *Iridaceae*, *Apiaceae,* etc.

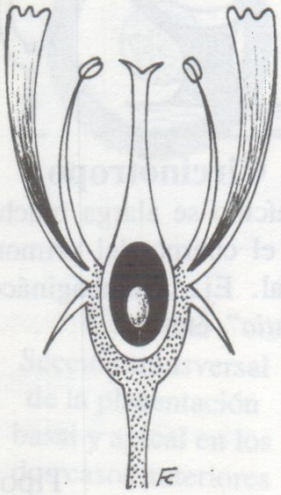
C.- **FLOR PERÍGINA**. Cuando el cáliz, la corola y los estambres se insertan en el tálamo por encima del nivel basal del gineceo, quedando éste semiembutido en una copa talámica pero no enteramente soldado a ella. En este caso se dice que la flor tiene "**ovario semiínfero**". Ej.: *Primulaceae*, *Chenopodiaceae*, *Apocynaceae*, etc.



Flor hipógina
"ovario súpero"

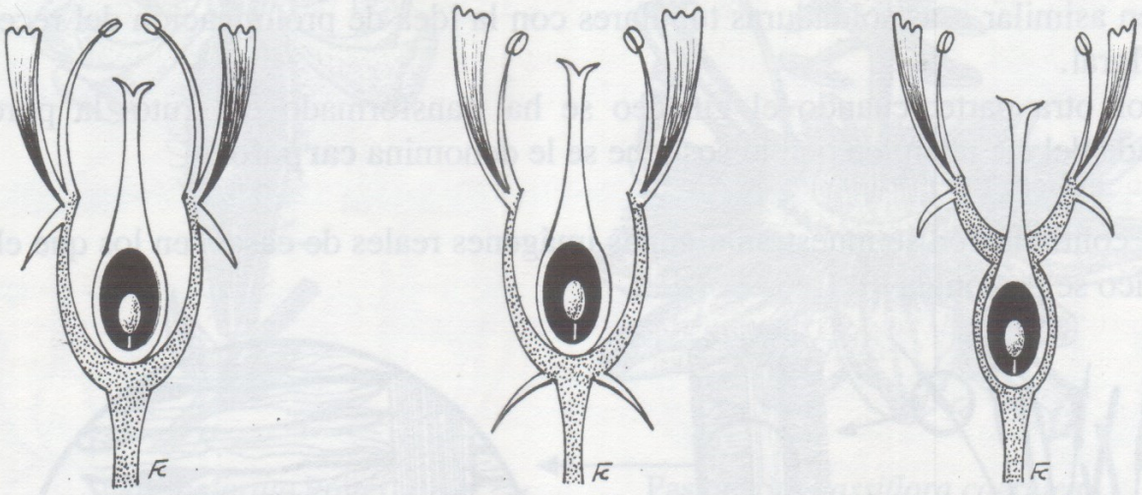


Flor epígina
"ovario ínfero"



Flor perígina
"ovario semiínfero"

Además de estas formas fundamentales anteriores se dan otras variantes entre las cuales podemos citar algunos ejemplos.



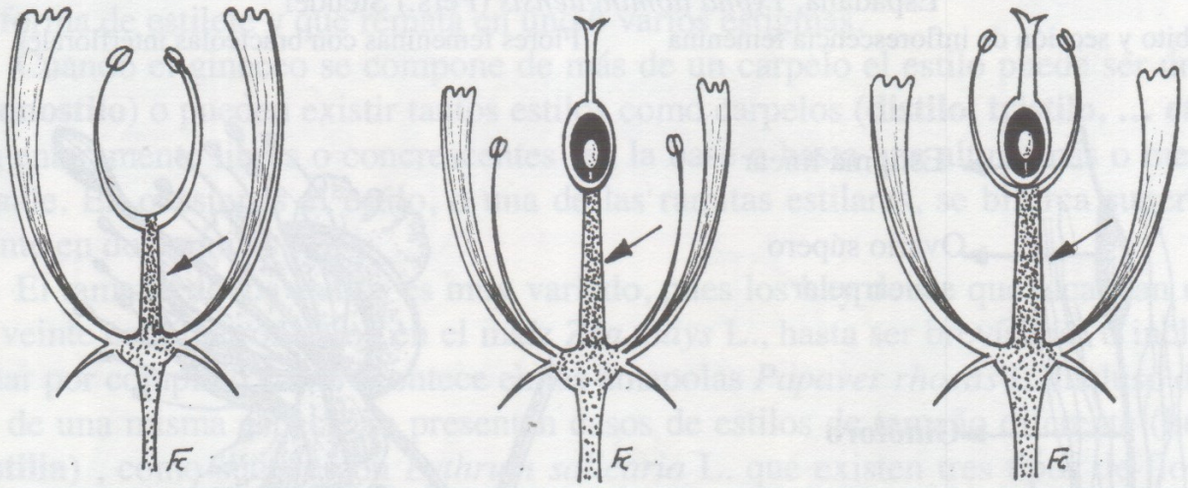
Flor perígina
"ovario súpero"

Flor perígina
"ovario súpero"

Flor epígina
"ovario ínfero"

Tipos idealizados de flores según la posición relativa del gineceo.
El pedicelo y el tálamo se representan punteados (orig.).

Con respecto al eje talámico floral se dan casos en los que se prolonga alguna porción del mismo entre los distintos verticilos florales. Dependiendo de cuál sea la porción alargada, ésta recibe distintos nombres como son:



Andróforo
Es la porción alargada del eje talámico situada entre el perianto y el androceo en flores unisexuales masculinas.

Ginóforo
Se llama así a la porción alargada del eje talámico floral situada entre el androceo y el gineceo.

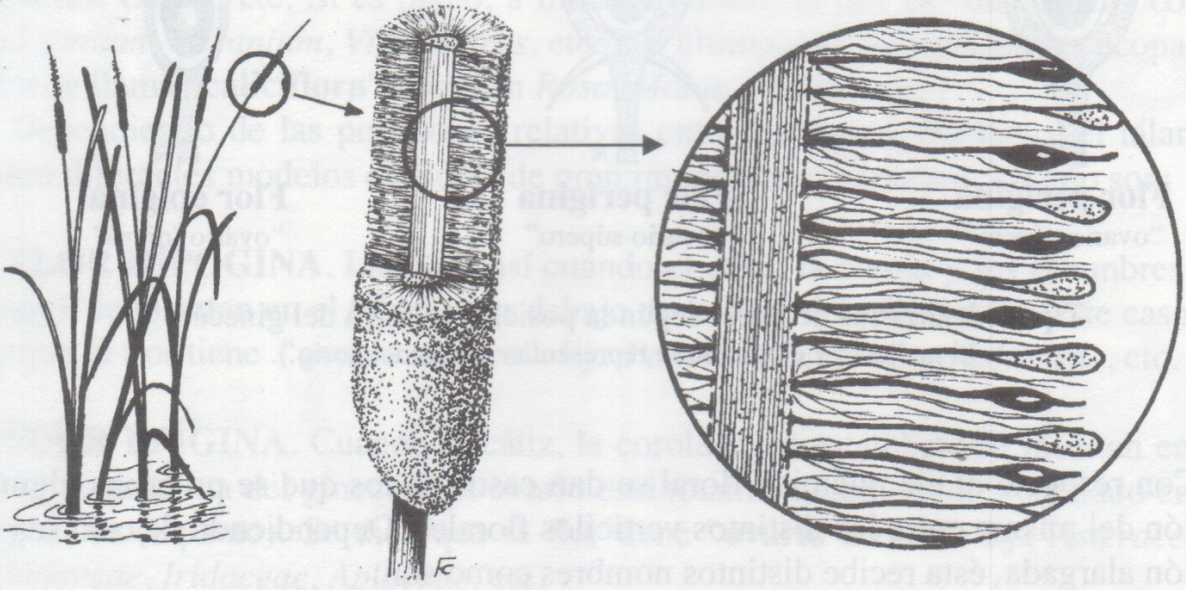
Androginóforo
Se llama así a la porción alargada del eje talámico situada entre el perianto y el androceo en flores hermafroditas.

Esquemas idealizados representando prolongaciones del eje talámico floral.
Las porciones alargadas se señalan con una flecha (orig.).

A veces el término "**andróforo**" se ha aplicado erróneamente a la columna hueca que sostiene las anteras de las flores de *Malva* y de las papilionáceas, que resulta al soldarse los filamentos de los estambres; pero en ninguno de estos casos se pueden asimilar esas soldaduras tubulares con la idea de prolongación del receptáculo floral.

Por otra parte, cuando el gineceo se ha transformado en fruto, la porción alargada del eje talámico que lo sostiene se le denomina **carpóforo**.

A continuación se muestran algunas imágenes reales de casos en los que el eje talámico se prolonga.

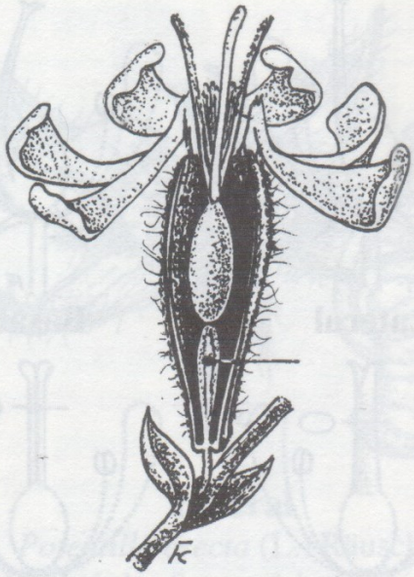


Espadaña, *Typha dominguensis* (Pers.) Steudel

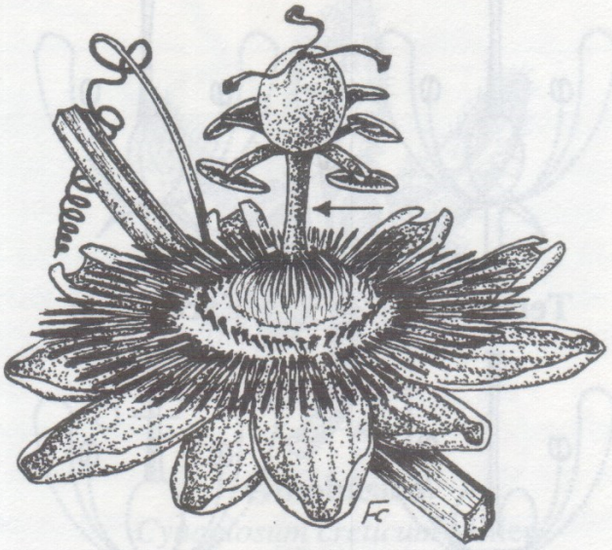
Hábito y sección de inflorescencia femenina — Flores femeninas con bractéolas interflorales

Typha dominguensis (Pers.) Steudel
Flor femenina aislada y muy aumentada, en la cual se destaca el **ginóforo** (orig.).

Capparis spinosa L.
Flor de la alcaparra con el **ginóforo** muy notorio y desarrollado. (orig.).



Silene colorata Poiret
Sección longitudinal de la flor. Se han suprimido algunos elementos florales para apreciar con claridad el **ginóforo** (orig.).



Pasionaria, *Passiflora coerulea* L.
Flor mostrando claramente el **androginóforo** que en la imagen se señala con una flecha (orig.).

Diversos ejemplos de prolongación del eje talámico (orig.).

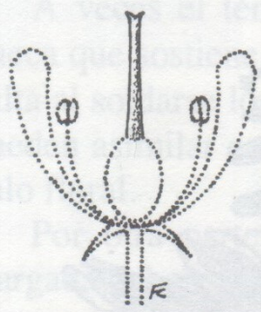
7.- TIPOS DE ESTILOS

Como ya se ha dicho, el estilo es la parte superior del ovario que se prolonga en forma de estilete y que remata en uno o varios estigmas.

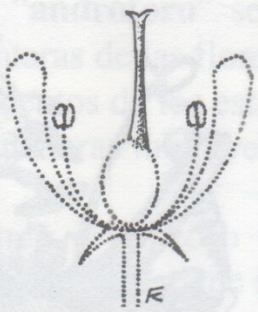
Cuando el gineceo se compone de más de un carpelo el estilo puede ser único (**monostilo**) o pueden existir tantos estilos como carpelos (**distilo, tristilo, ... etc.**), ora enteramente libres o concrescentes en la base o hasta una altura más o menos grande. En ocasiones el estilo, o una de las ramitas estilares, se bifurca superiormente en dos ramitas.

El tamaño de los estilos es muy variado, pues los hay desde que alcanzan más de veinte centímetros como en el maíz *Zea mays* L., hasta ser brevísimo o incluso faltar por completo como acontece en las amapolas *Papaver rhoeas* L. Incluso dentro de una misma especie se presentan casos de estilos de tamaño diferente (**heterostilia**) , como sucede con *Lythrum salicaria* L. que existen tres tipos de flores: **longistilas**, **brevistilas** y **medistilas**, en las cuales la longitud de los estilos y la de los estambres están en razón inversa para dificultar la autopolinización. A pesar de que existe bastante variabilidad en cuanto a la forma y disposición, no se ha usado mucho como carácter taxonómico salvo en casos de Umbelíferas.

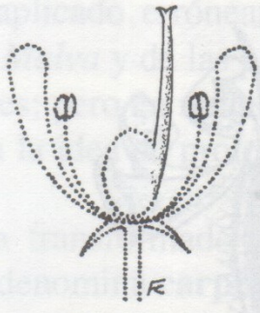
Veamos a continuación los tipos más frecuentes en cuanto a la posición, la forma y la longitud; primero en esquemas idealizados y luego algunas imágenes de casos reales.



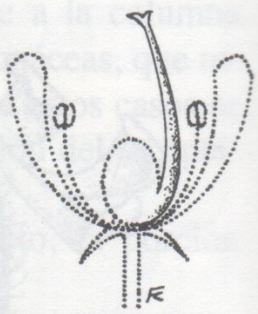
Terminal



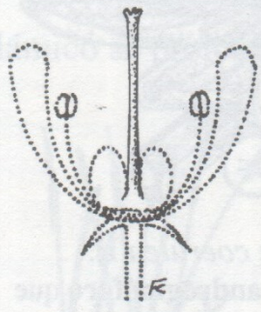
Excéntrico



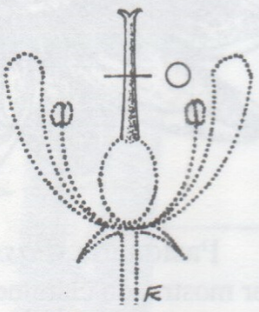
Lateral



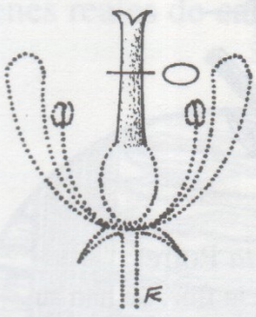
Basal



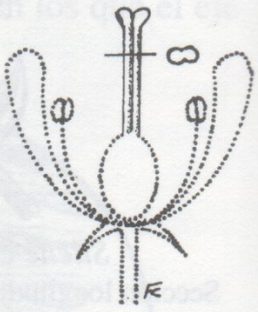
Ginobásico



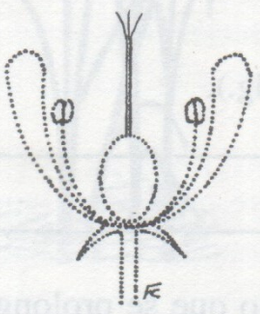
Cilíndrico



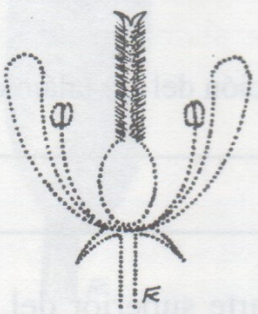
Comprimido



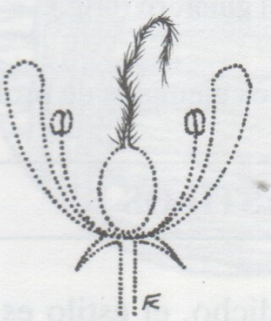
Conduplicado



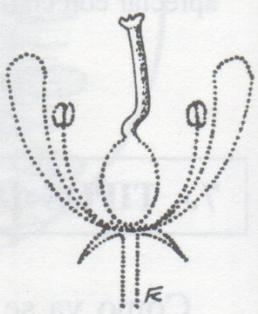
Filiforme



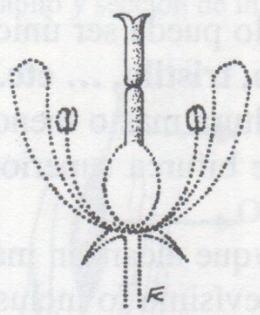
Fimbriado



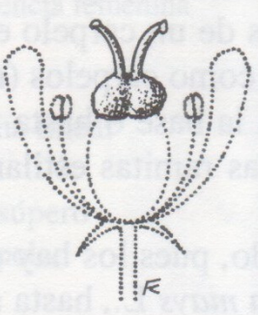
Plumoso



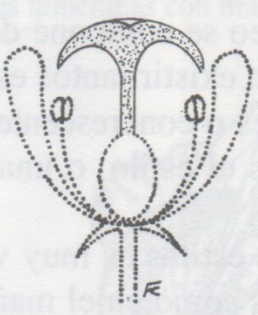
Geniculado



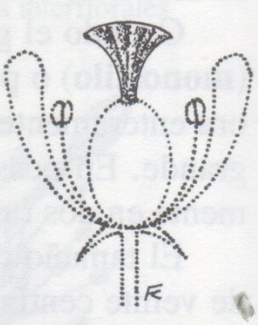
Articulado



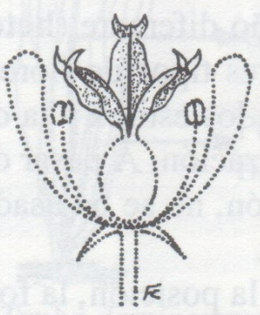
Estilopódico



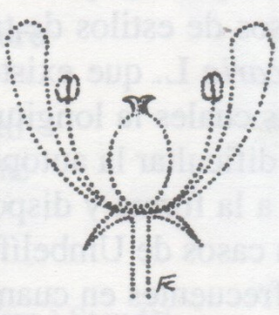
Umbraculado



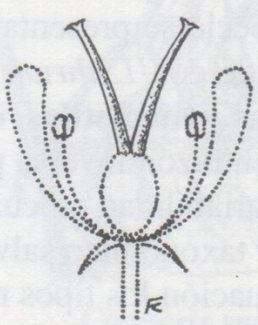
Flabelado



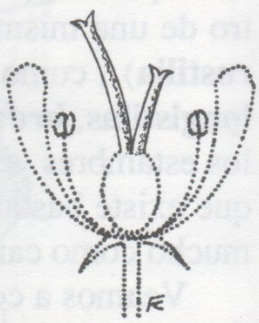
Petaloide



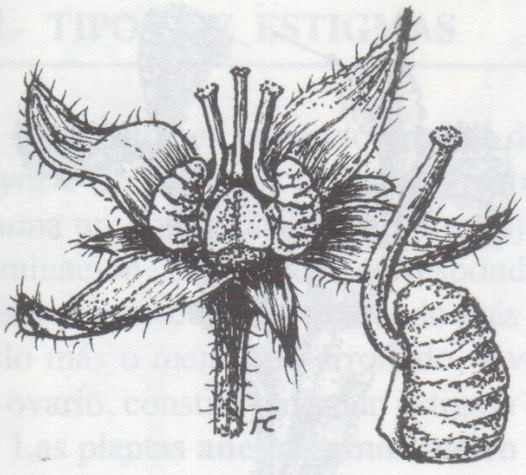
Brevistilo



Homostilo



Heterostilo



Lateral

Potentilla erecta (L.) Räuschel

Arranca de los flancos del ovario (orig.).

Ginobásico

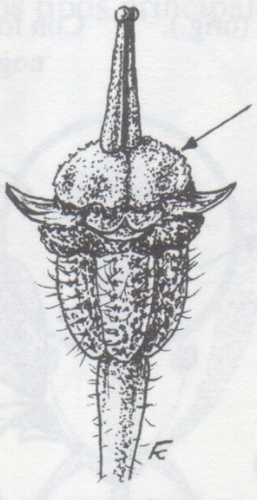
Cynoglosum creticum Miller

Nace de la base del ovario. Seccionado (orig.).

Filiforme

Crocus serotinus Mathew

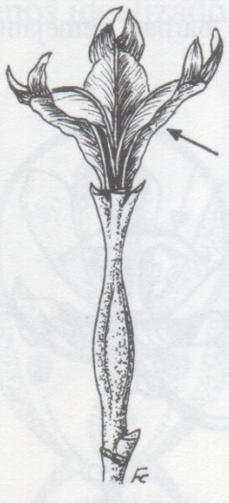
Tiene aspecto de hilo (orig.).



Estilopódico

Daucus maximus Ball

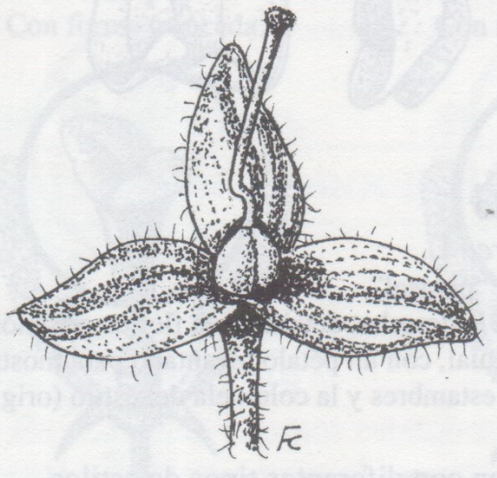
La base está engrosada (orig.).



Petaloideo

Lirio, *Iris germanica* L.

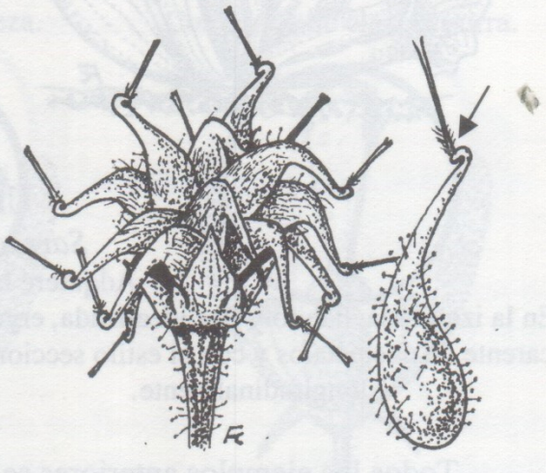
Con aspecto de pétalo (orig.).



Geniculado

Helianthemum hirtum (L.) Miller

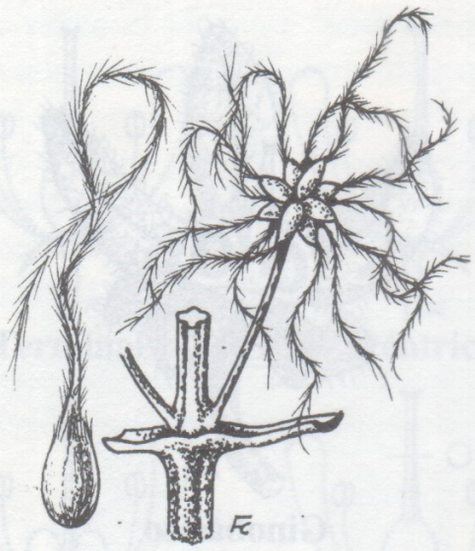
Con alguna inflexión en su recorrido (orig.).



Articulado

Geum pyrenaicum Miller

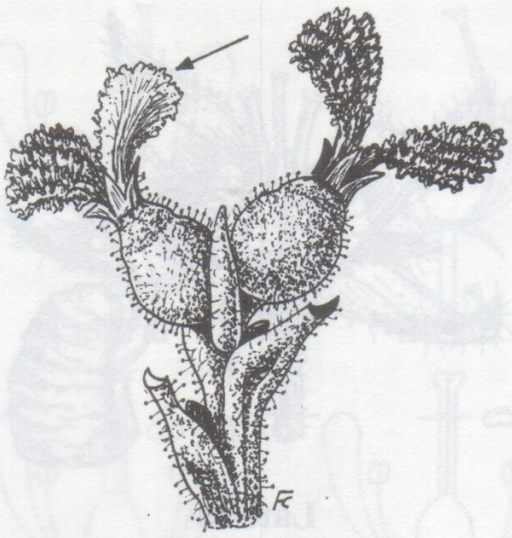
Posee como una articulación o nudo (orig.).



Plumoso

Clemátide, *Clematis vitalba* L.

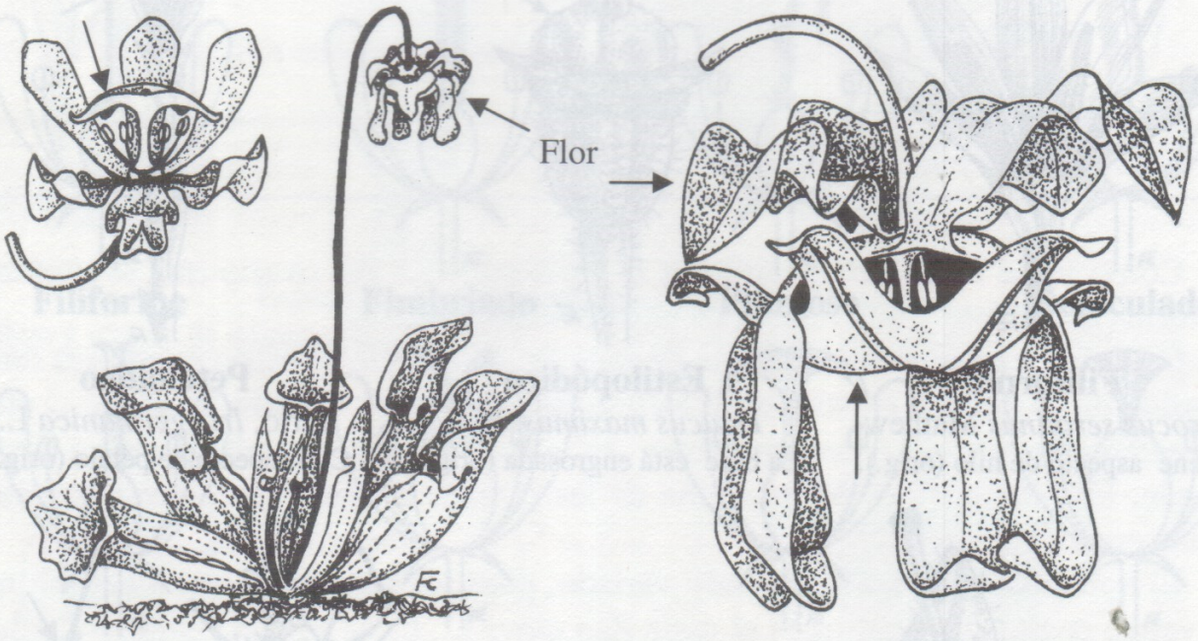
Posee "barbas" semejantes a las plumas (orig.).



Flabelado

Nogal, *Juglans regia* L

Con forma de abanico. Extremo de ramita de nogal con dos flores femeninas (orig.).



Umbraculado

Sarracenia purpurea L.

Adquiere la forma de un "parasol"

En la izquierda, hábito y flor idealizada, erguida, carente de dos pétalos y con el estilo seccionado longitudinalmente.

En la derecha, detalle de la flor en posición habitual, con un pétalo levantado para mostrar los estambres y la columela del estilo (orig.).

Todos los ejemplos anteriores se corresponden con diferentes tipos de estilos.

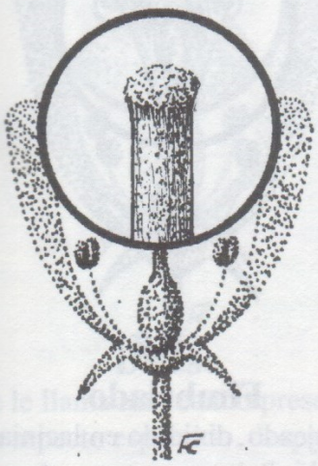
En la mayoría de las imágenes reales de flores se han suprimido algunos elementos florales tales como pétalos, estambres, o se han seccionado otros elementos para mostrar los diferentes estilos con mayor claridad (orig.).

8.- TIPOS DE ESTIGMAS

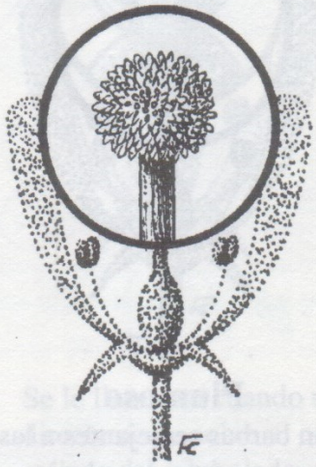
El estigma es la porción apical del carpelo. Presenta formas muy variadas y la mayoría de las veces tienen una superficie papilosa. En muchos casos el estigma rezuma un líquido azucarado y pegajoso, ideal para retener el polen y favorecer su germinación. Unas veces corresponde al extremo de un solo carpelo y otras al de varios concrescentes. Aunque lo más frecuente es que se forme en el extremo de un estilo más o menos desarrollado, a veces puede formarse directamente en el ápice del ovario, constituyendo un estigma "sésil" o sentado.

Las plantas **anemógamas** suelen poseer estigma "plumoso" y bien desarrollado para favorecer la retención de los granos de polen que transporta el viento. Sin embargo en las **entomógamas** suele ser viscoso para retener el polen que trae adherido el cuerpo de los insectos.

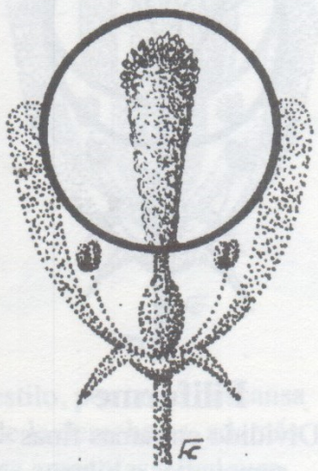
Seguidamente se presentan los tipos principales, más o menos idealizados.



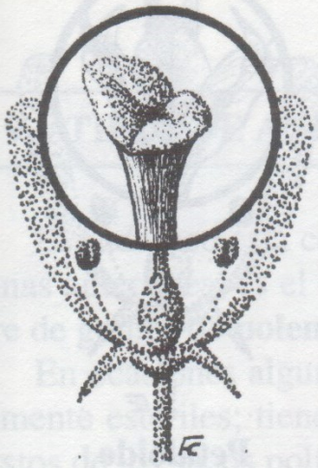
Simple
Con forma truncada.



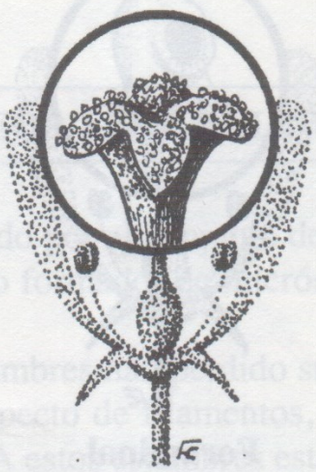
Capitado
Con forma de cabeza.



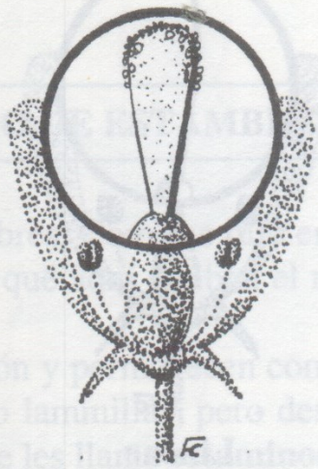
Claviforme
Con forma de clava o porra.



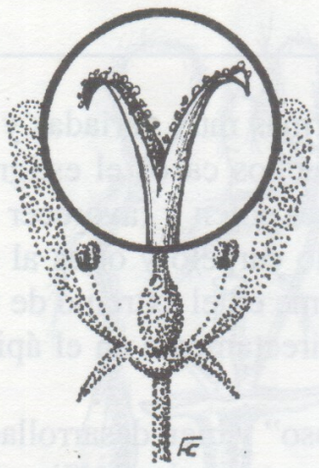
Bilobulado
Dividido en dos lóbulos.



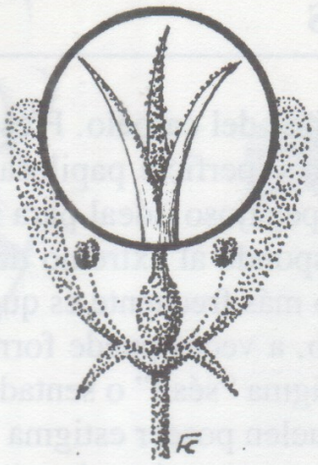
Tetralobulado
Dividido en cuatro lóbulos.



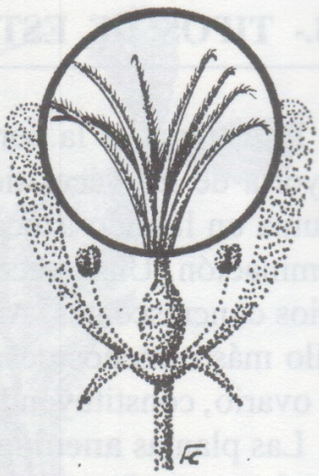
Espatulado
Semejante a una espátula.



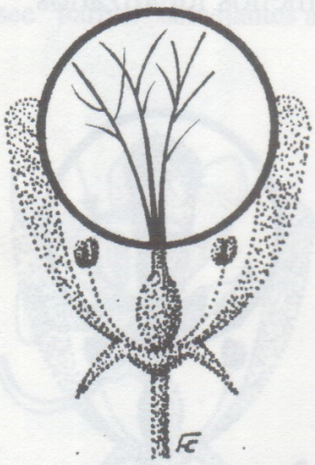
Bífido
Dividido en dos porciones.



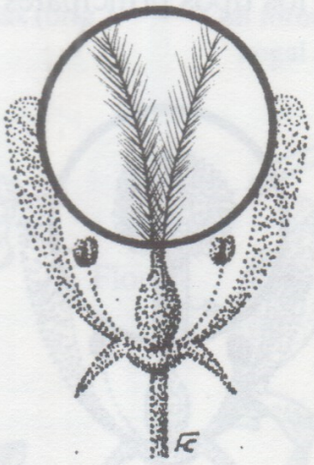
Trífido
Dividido en tres porciones.



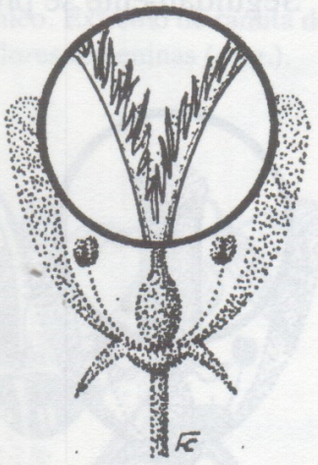
Multífido
Dividido en varias porciones.



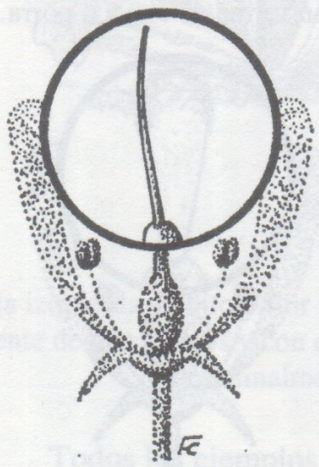
Filiforme
Dividido en ramas finas semejantes a hilos.



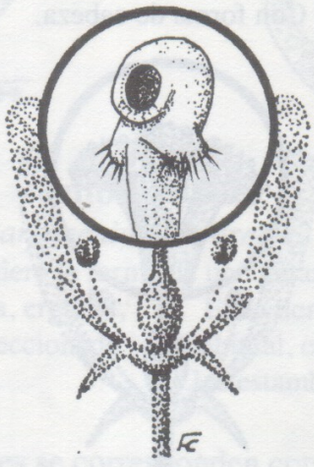
Plumoso
Con barbas semejantes a las que presentan las plumas.



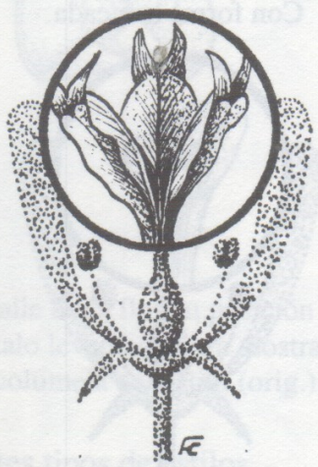
Fimbriado
Franjeado, dividido en lacinias.



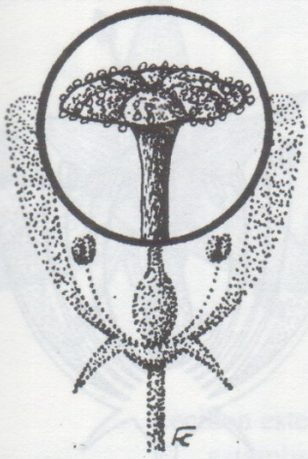
Linear
Prolongado y angosto, comparable a una línea gruesa.



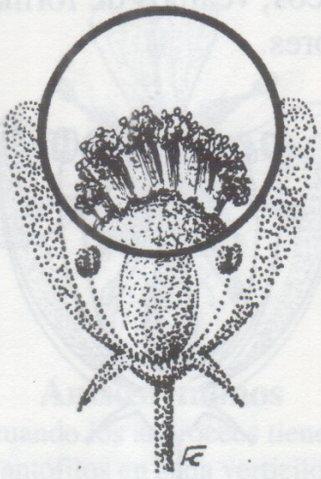
Foraminal
Posee algún poro, como en *Viola tricolor* L. y otras.



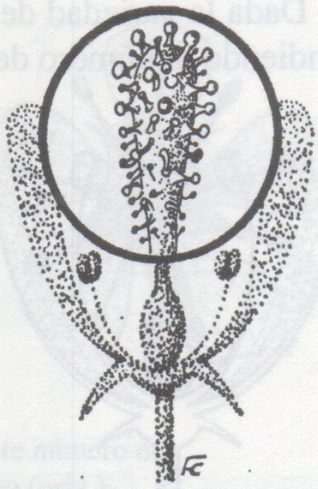
Petaloide
Con forma semejante a los pétalos de la corola floral.



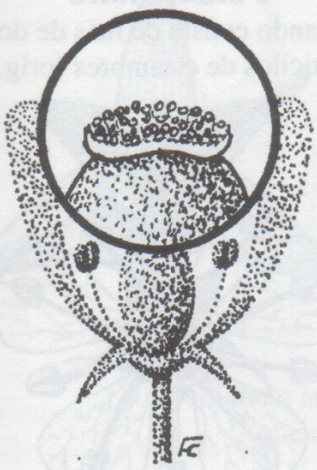
Discoidal
Con forma parecida a un disco.



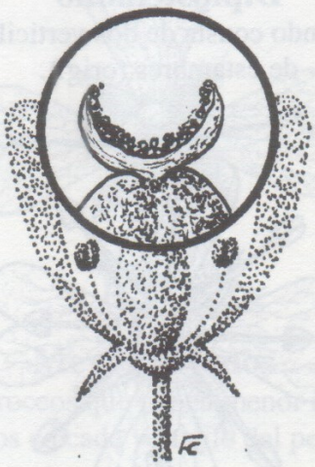
Crestado
Con la forma de una cresta.

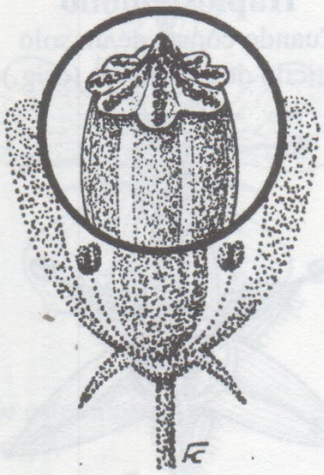


Glanduloso
Cuando presenta glándulas.



Difuso
Se le llama así cuando presenta un aspecto esparcido, desparramado y muy poco definido.





Sésil
Se le llama así cuando no posee estilo, por tanto descansa directamente sobre el ovario. El de la derecha es, además, discoidal y lobulado, como en las amapolas, *Papaver*.

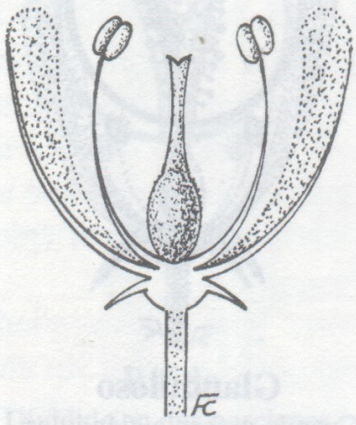
Principales tipos de estigmas idealizados (orig.).

9.- TIPOS DE ANDROCEOS SEGÚN EL NÚMERO DE ESTAMBRES

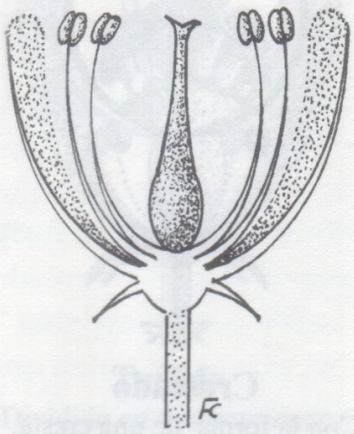
El androceo está constituido por el conjunto de estambres. Como se dijo en páginas anteriores, es el verticilo formador de micrósporas, que aquí reciben el nombre de granos de **polen**.

En ocasiones algunos estambres han perdido su función y permanecen completamente estériles; tienen el aspecto de filamentos, pelos o laminillas, pero desprovistos de los sacos polínicos. A estos estambres estériles se les llama **estaminodios,** como acontece en algunas especies de *Oxalis*, *Fumaria*, *Laurus*, *Scrophularia*, etc.

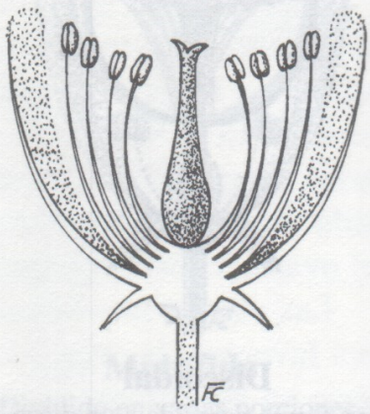
Dada la variedad de androceos, veamos de forma idealizada los más frecuentes atendiendo al número de estambres.



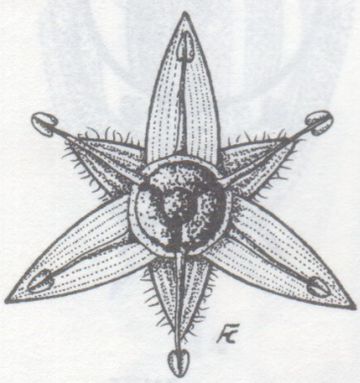
Haplostémono
Cuando consta de un solo verticilo de estambres (orig.).

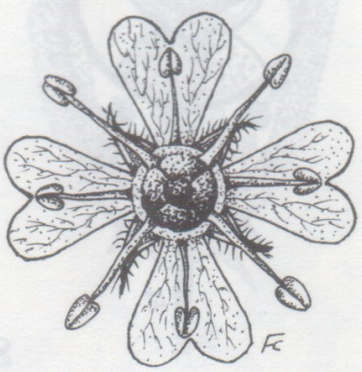


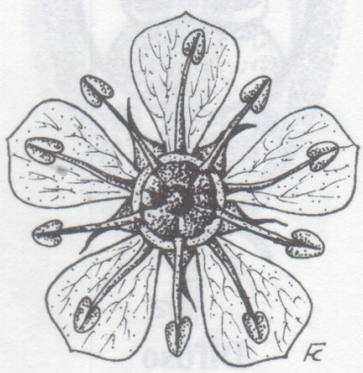
Diplostémono
Cuando consta de dos verticilos de estambres (orig.).



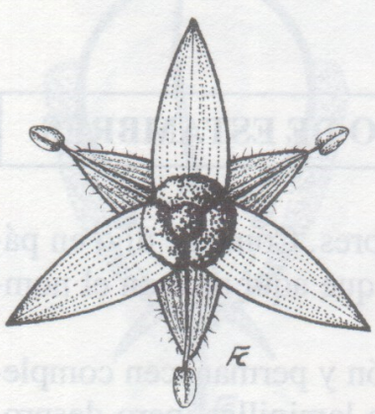
Polistémono
Cuando consta de más de dos verticilos de estambres (orig.).

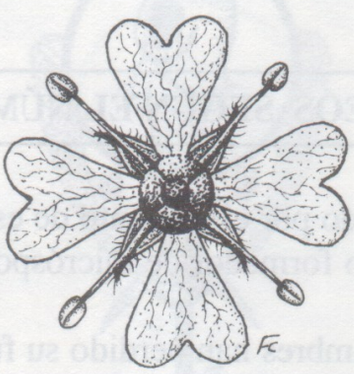


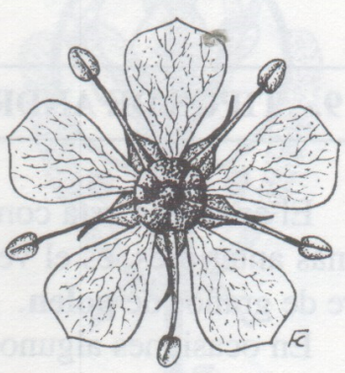




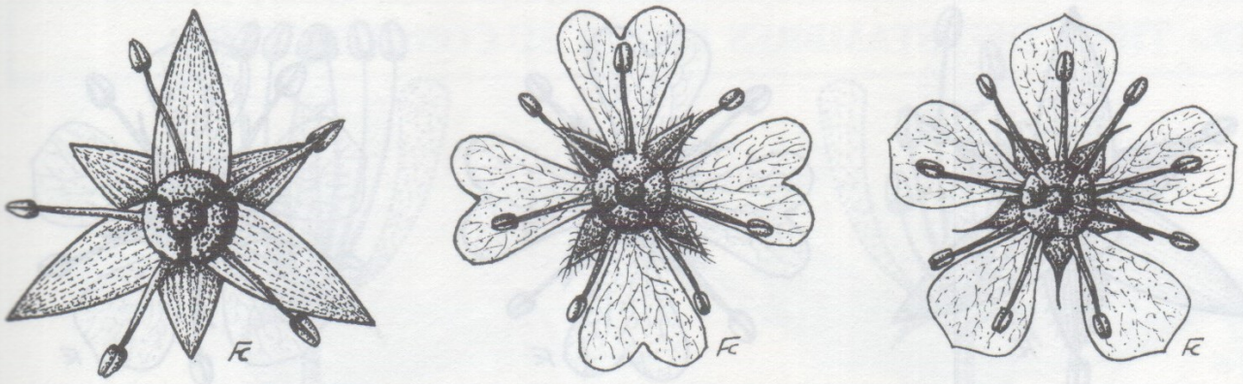
Obdiplostémonos
Se les llama así a estos androceos cuando son diplostémonos, pero los estambres del verticilo externo son **epipétalos**, ya que lo más frecuente en este verticilo es que los estambres sean **episépalos**. Ver apartado siguiente (orig.).





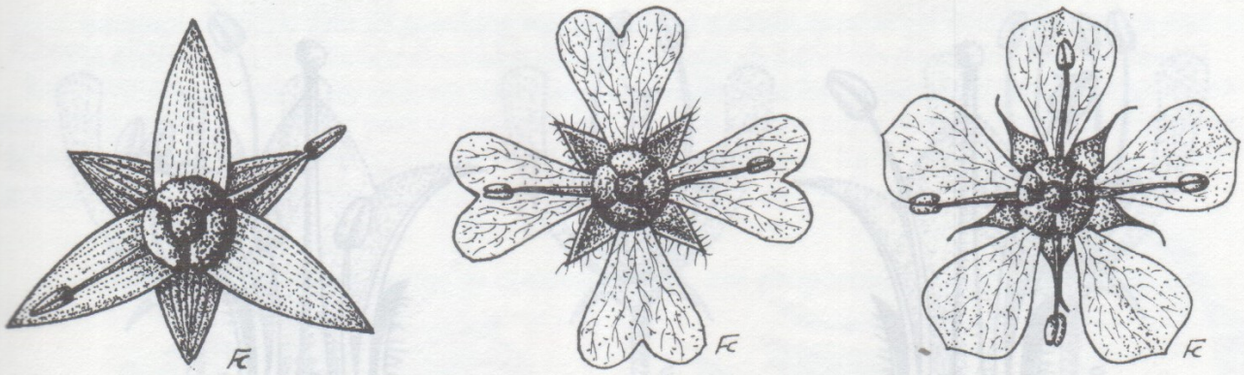


Isostémonos
Se llaman así cuando los androceos tienen el mismo número de estambres que de antófilos o piezas en cada verticilo del perianto (orig.).



Anisostémonos

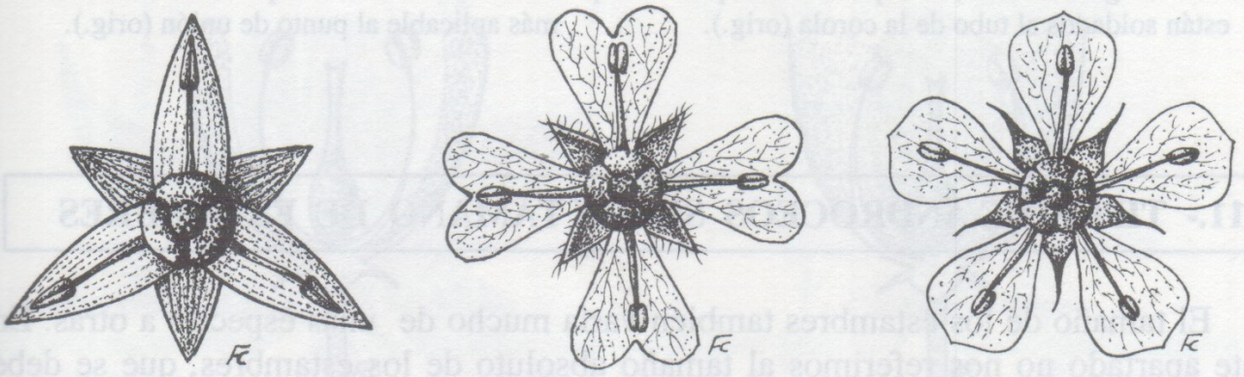
Reciben este nombre cuando los androceos tienen diferente número de estambres que de antófilos en cada verticilo periántico (orig.).



Meyostémonos

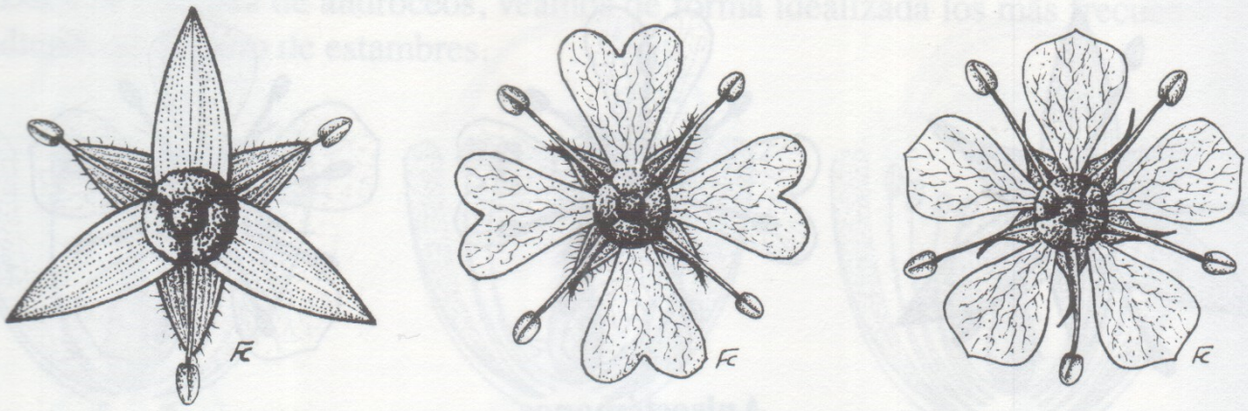
Se llaman así los androceos que tienen menor número de estambres que de antófilos en cada verticilo del perianto (orig.).

10.- TIPOS DE ESTAMBRES SEGÚN SU POSICIÓN RELATIVA



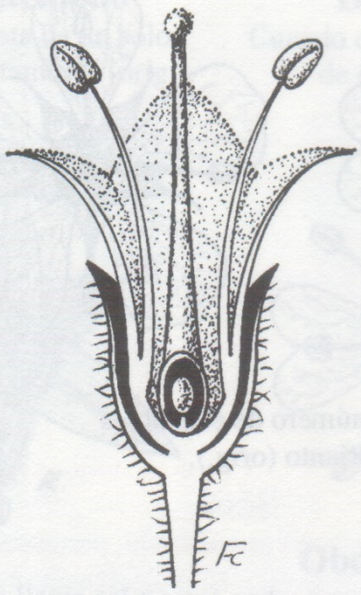
Epipétalos

Se nombran así a los estambres cuando están situados frente a los pétalos. También se les puede llamar **opositipétalos** o **alternisépalos** (orig.).



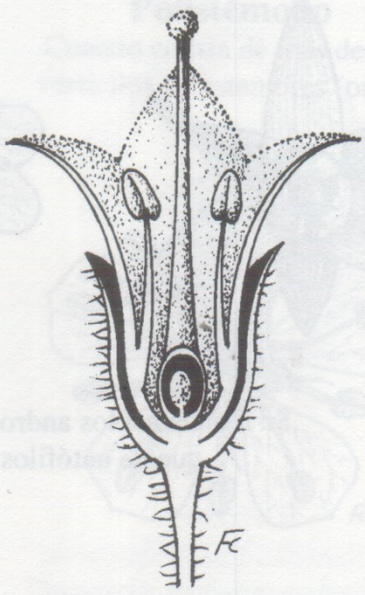
Episépalos

Reciben este nombre cuando están situados frente a los sépalos. Igualmente se les puede llamar **opositisépalos** o **alternipétalos** (orig.).



Exertos

Se les llama así a los estambres cuando asoman por encima de la garganta de la corola. En esta imagen, además, son epicorolinos, pues están soldados al tubo de la corola (orig.).

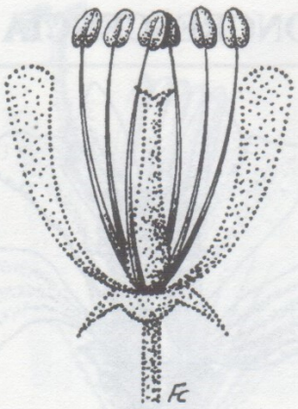


Inclusos

Se les da este nombre cuando no asoman por encima de la garganta de la corola. También pueden llamarse **insertos** pero este término es más aplicable al punto de unión (orig.).

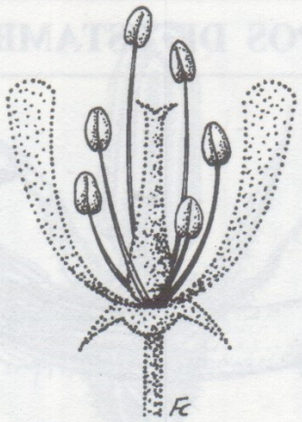
11.- TIPOS DE ANDROCEOS SEGÚN TAMAÑO DE ESTAMBRES

El tamaño de los estambres también varía mucho de unas especies a otras. En este apartado no nos referimos al tamaño absoluto de los estambres, que se debe fundamentalmente a la longitud del filamento, sino al tamaño relativo que hay entre unos estambres con respecto a otros dentro de la misma flor. A continuación se muestran de forma esquematizada los casos más frecuentes.



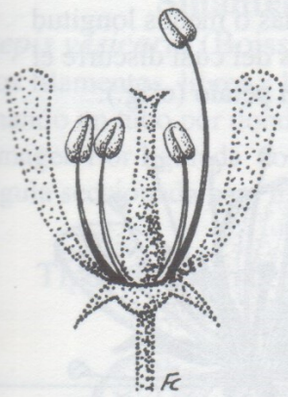
Homodínamos

Se llaman así cuando los estambres alcanzan aproximadamente el mismo desarrollo (orig.).



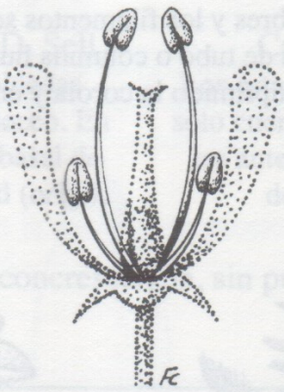
Heterodínamos

Se les da este nombre cuando los estambres alcanzan longitudes muy diferentes (orig.).



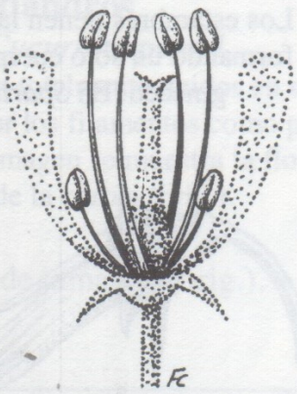
Monodínamos

Un estambre está más desarrollado que los demás. Ej.: *Anacardium occidentale* (orig.).



Didínamos

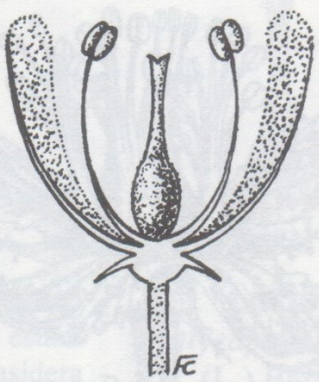
Dos estambres están más desarrollados (2+2), como en la mayoría de las labiadas (orig.).



Tetradínamos

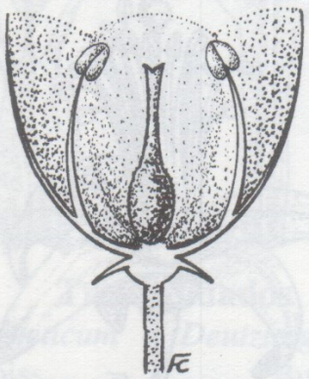
Cuatro estambres están más desarrollados (4+2), como en muchas crucíferas (orig.).

12.- TIPOS DE ESTAMBRES SEGÚN EL PUNTO DE INSERCIÓN



Inserción en el tálamo

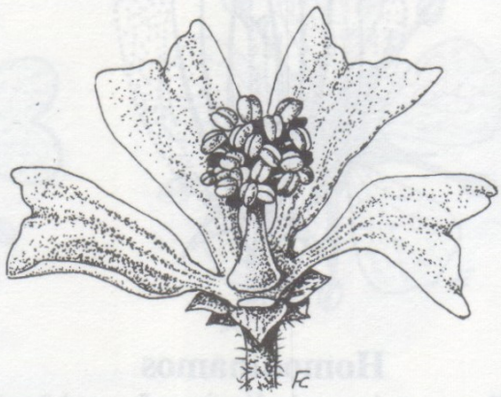
Es el tipo de inserción que se da con más frecuencia (orig.).



Epicorolinos

Estambres soldados a la corola, que es gamopétala, como en labiadas, compuestas, etc. (orig.).

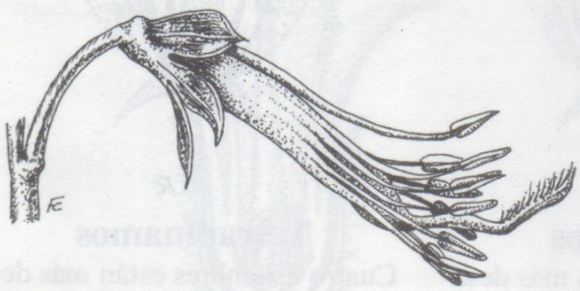
13.- TIPOS DE ESTAMBRES SEGÚN SU CONCRESCENCIA

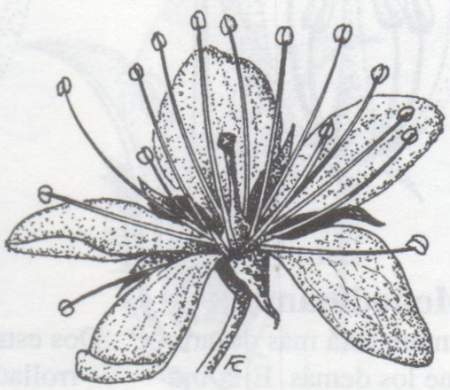


Monadelfos

Retama de olor, *Spartium junceum* L. Malva, *Lavatera cretica* L.

Los estambres tienen las anteras libres y los filamentos soldados en más o menos longitud formando un solo cuerpo en forma de tubo o columna huecos, a través del cual discurre el gineceo. En *Spartium* se ha suprimido la corola y en *Lavatera* un pétalo (orig.).





Diadelfos

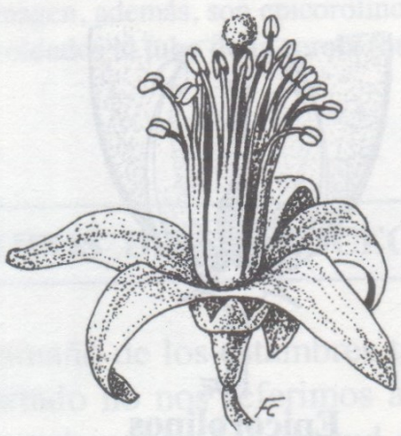
Guisante, *Pisum sativum* L.

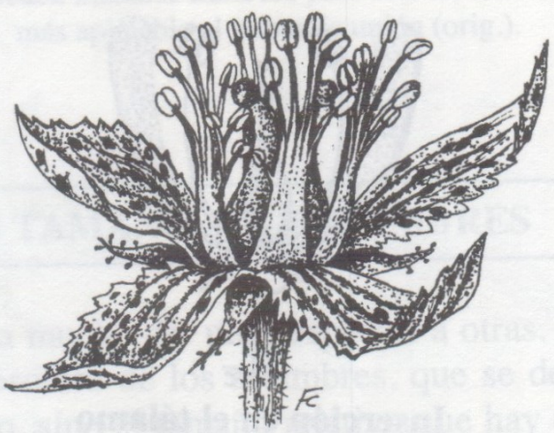
Estambres soldados por los filamentos formando dos manojos (9+1). El grupo de 9 también forma un tubo por el que discurre el gineceo (orig.).

Dialistémonos

Endrino, *Prunus spinosa* L.

Como indica su nombre, los estambres están totalmente independientes unos de otros (orig.).





Poliadelfos

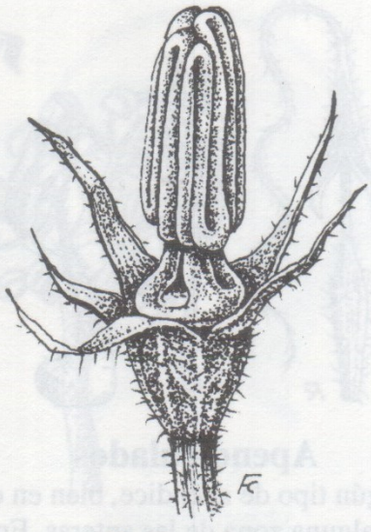
Limonero, *Citrus limon* L. *Hypericum perforatum* L.

Los estambres están soldados por los filamentos formando varios hacecillos (orig.).

Sinantéreos

Crepis vesicaria (Boiss. ex DC.)P.D. Sell

Los filamentos libres y las anteras soldadas formando un tubo por donde pasa el gineceo. En la imagen flor ligulada con la porción basal de la lígula seccionada para mayor claridad (orig.).



Sinfiandros

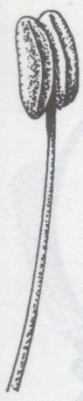
Calabaza, *Cucurbita pepo* L.

Los estambres están totalmente unidos en un solo cuerpo tanto por los filamentos como por las anteras. En la imagen se muestra la flor desprovista de la corola (orig.).

Tipos de estambres según su concrescencia, sin proporción de tamaños (orig.).

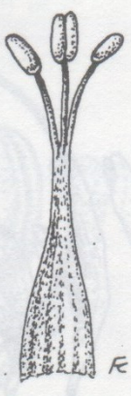
14.- TIPOS DE ESTAMBRES SEGÚN SU FORMA

Aunque la forma más generalizada de los estambres es la constituida por un filamento y una antera sin ninguna otra modificación, con frecuencia existen casos en los que dicha forma adquiere un aspecto diferente.



Característico

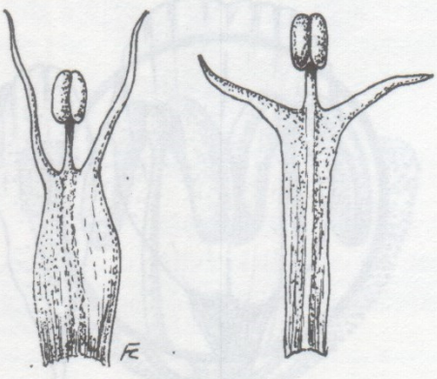
Es la forma de estambre que se considera "tipica" sin modificaciones ni apéndices (orig.).



Trífido

Platycapnos spicata (L.) Bernh.

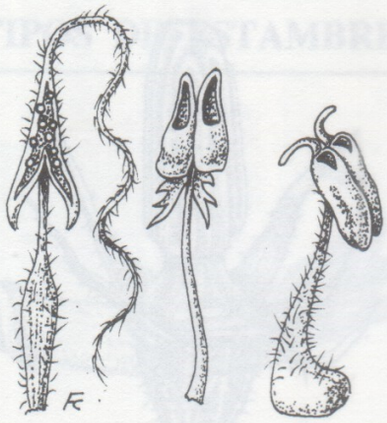
Dividido en tres partes la central es **ditécica** y las dos laterales son **monotécicas** (orig.).



Tricuspidados

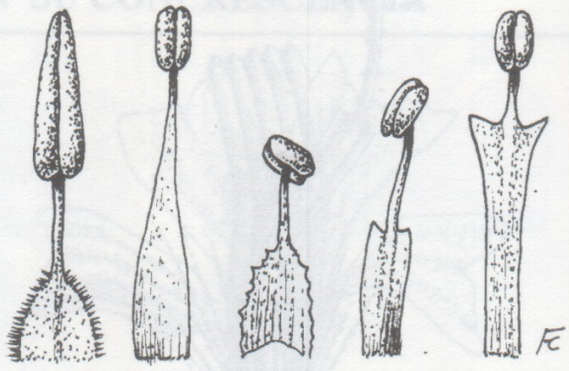
Allium baeticum Boiss. — *Deutzia grandiflora* Bunge

Posee tres puntas, la rama central es fértil y las laterales estériles. El de *Allium baeticum* Boiss. corresponde a los estambres del verticilo interno (orig.).



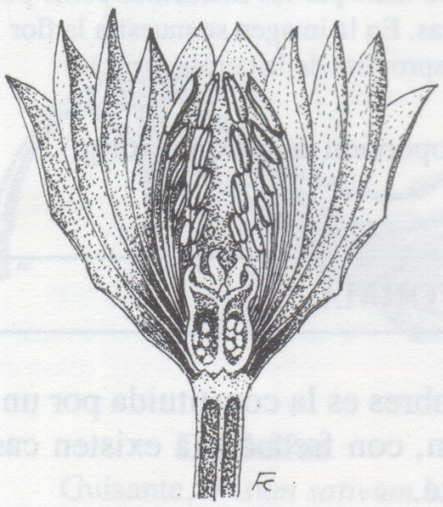
Apendiculados

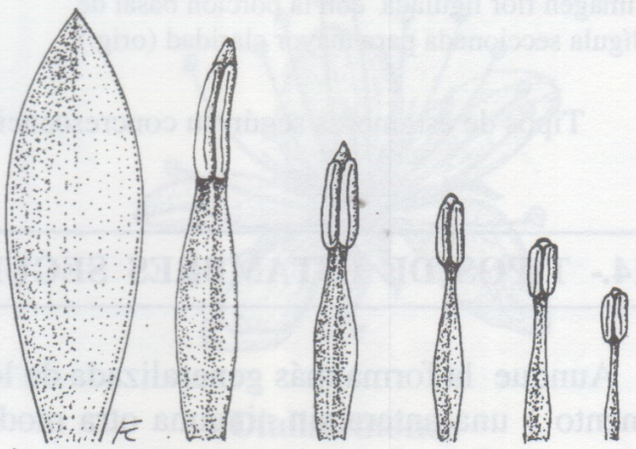
Poseen algún tipo de apéndice, bien en el conectivo o en alguna zona de las anteras. En la imagen de izda. a dcha.: *Nerium oleander* L., *Erica australis* L., *Arbutus unedo* L. (orig.).

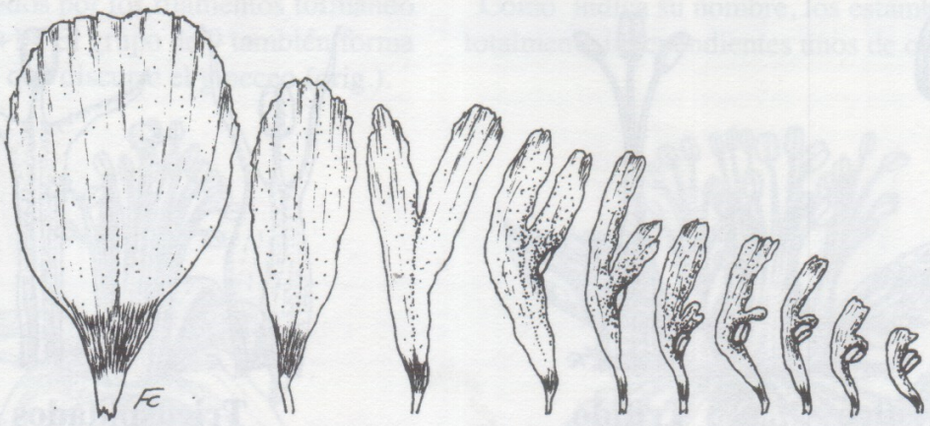


Con filamentos alados

El filamento posee expansiones laminares. De izquierda a derecha: *Campanula rotundifolia* L., *Hypecoum imberbe* Sibth. & Sm., *Allium baeticum* Boiss., *Erodium malacoides* (L.) L´Hér., *Deutzia gracilis* Siebold & Zucc.(orig.).

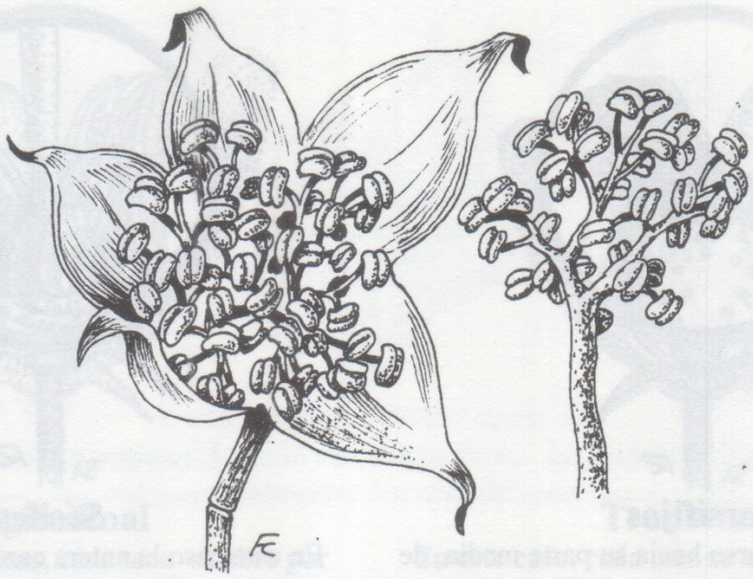






Petaloides

Los estambres tienen aspecto de pétalo sin mucha distinción entre el filamento y la antera. En la imagen superior *Nynphaea mexicana* Zuccarini con flor disecada longitudinalmente y transformación progresiva de estambre a pétalo. En la imagen inferior *Hibiscus syriacus* L. mostrando el paso progresivo de estambre a pétalo en una flor compuesta (orig.).



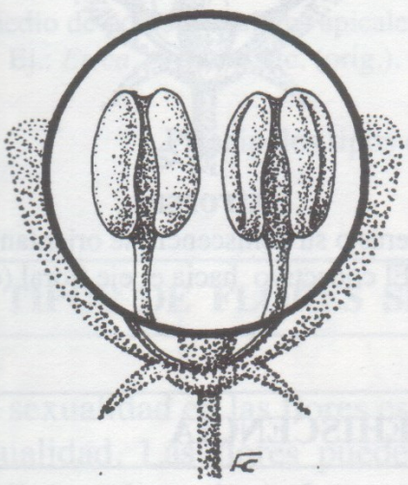
Meristémonos

Los estambres son **policótomos,** es decir muy ramificados, con aspecto arborescente. Flor masculina de ricino, *Ricinus communis* L., muy aumentada, y detalle de un haz de estambres (orig.).

Tipos de estambres según la forma, sin proporción de tamaños (orig.).

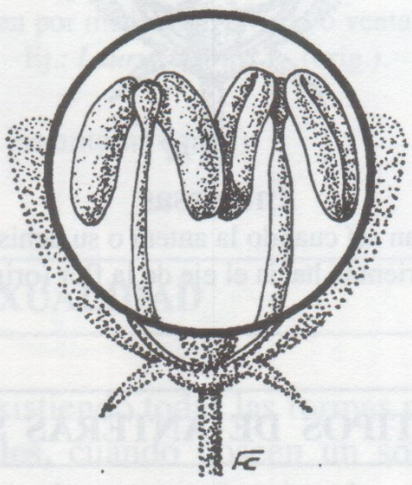
15.- TIPOS DE ANTERAS SEGÚN SU INSERCIÓN

Las anteras se unen a los filamentos en puntos diferentes dependiendo de las especies. Según el lugar donde se produce esta unión, las anteras reciben los siguientes nombres:



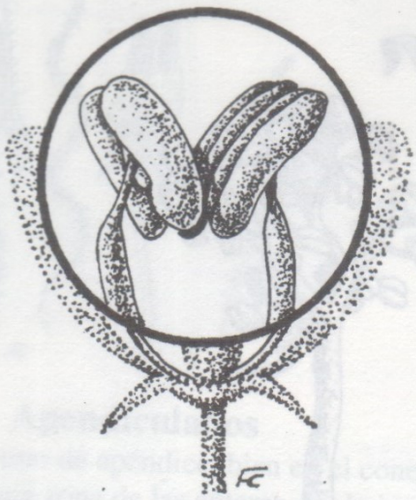
Basifijas

La antera se une al filamento por su base. Es la forma más frecuente de unión (orig.).



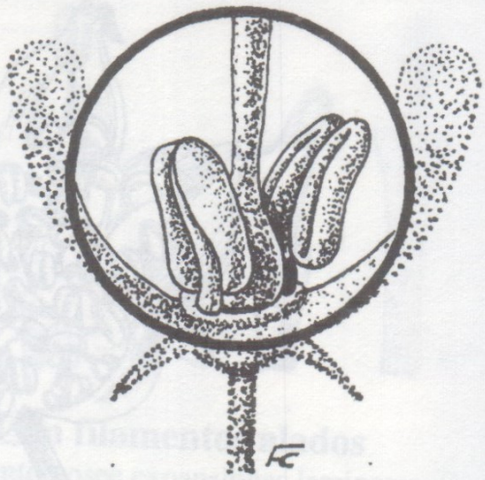
Apicifijas

En este caso la antera se une al filamento por el ápice o parte superior de aquella (orig.).



Dorsifijas

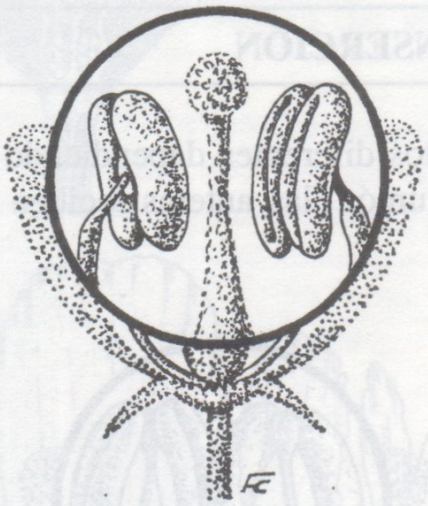
La unión es por el dorso hacia su parte media, de ahí que se les pueda llamar **mediifijas**. Al tener una gran movilidad son muy versátiles (orig.).



Sésiles

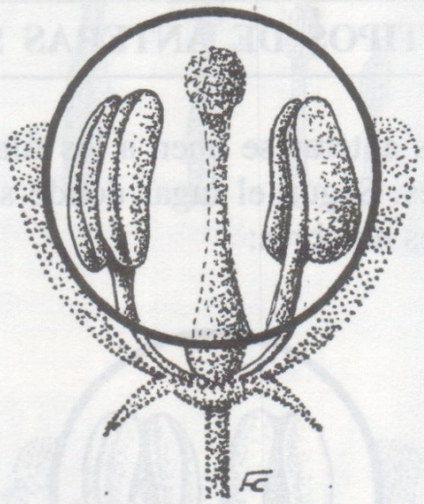
En este caso la antera carece de filamento o es tan corto que parece unirse directamente al tálamo por medio del conectivo (orig.).

16.- TIPOS DE ANTERAS SEGÚN SU ORIENTACIÓN



Introrsas

Se llaman así cuando la antera o su dehiscencia se orientan hacia el eje de la flor (orig.).

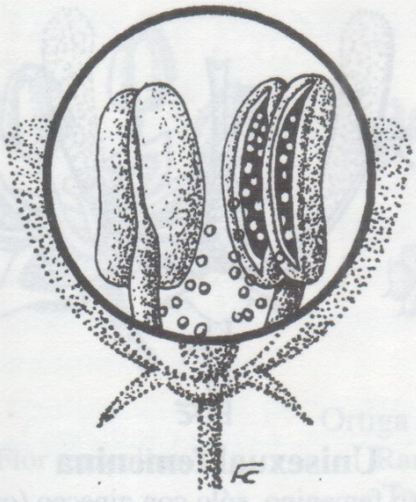


Extrorsas

Las anteras o su dehiscencia se orientan hacia fuera. El conectivo hacia el eje floral (orig.).

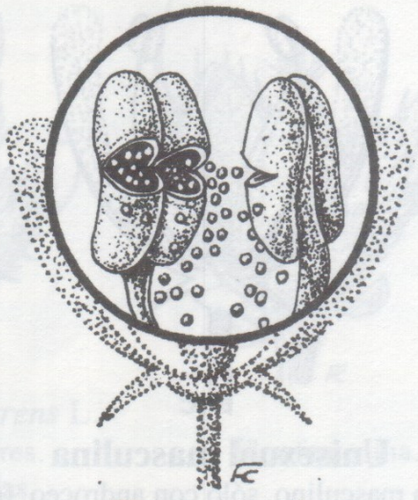
17.- TIPOS DE ANTERAS SEGÚN SU DEHISCENCIA

Según la forma de abrirse las anteras para expulsar el polen (**polinación**), se distinguen diferentes tipos de dehiscencia; las principales son:



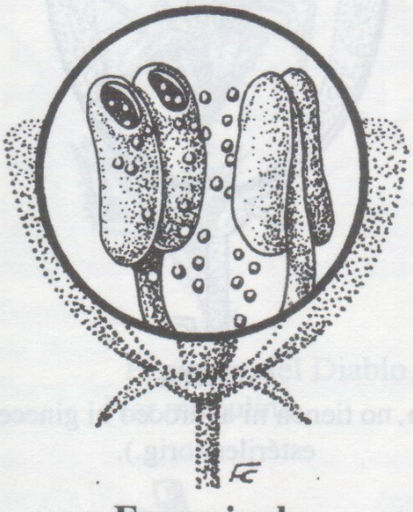
Longitudinal

Al madurar las anteras, cada teca se abre por una sutura longitudinal paralela al eje floral.
Ej.: *Iridaceae* , *Asteraceae*, etc. (orig.).



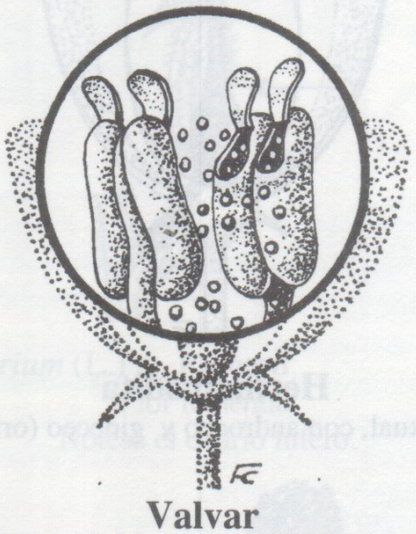
Transversal

En este caso, cada teca se abre por una sutura que es perpendicular al eje de la flor.
Ej.: *Alchemilla* (orig.).



Foraminal

Se llama así cuando las anteras se abren por medio de poros o agujeros apicales.
Ej.: *Erica, Arbutus*, etc. (orig.).



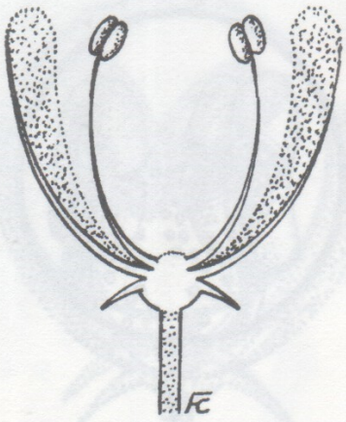
Valvar

En este tipo de dehiscencia las anteras se abren por medio de válvulas o ventallas.
Ej.: *Laurus nobilis* L. (orig.).

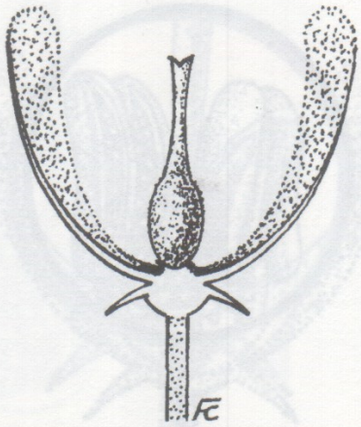
Principales tipos de dehiscencia en las anteras (orig.).

18.- TIPOS DE FLORES SEGÚN SU SEXUALIDAD

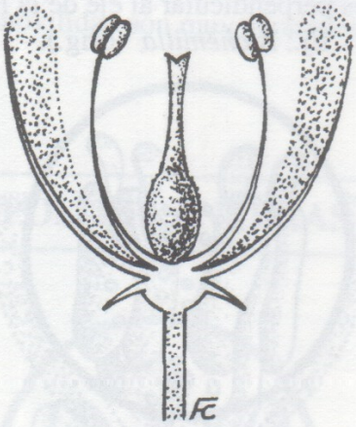
La sexualidad en las flores es muy variada, existiendo todas las formas posibles de sexualidad. Las flores pueden ser **unisexuales,** cuando poseen un solo sexo (masculino o femenino); **hermafroditas,** con los dos sexos funcionales, el caso más frecuente y **neutras,** las que carecen de sexo alguno y, por tanto, son estériles.



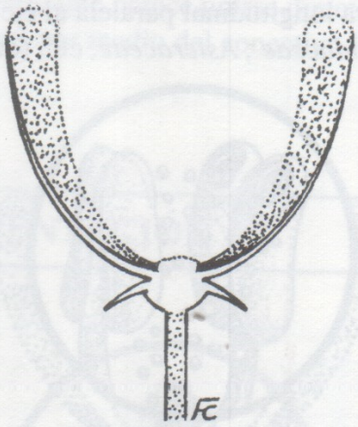
Unisexual masculina
De sexo masculino, sólo con androceo. (orig.).



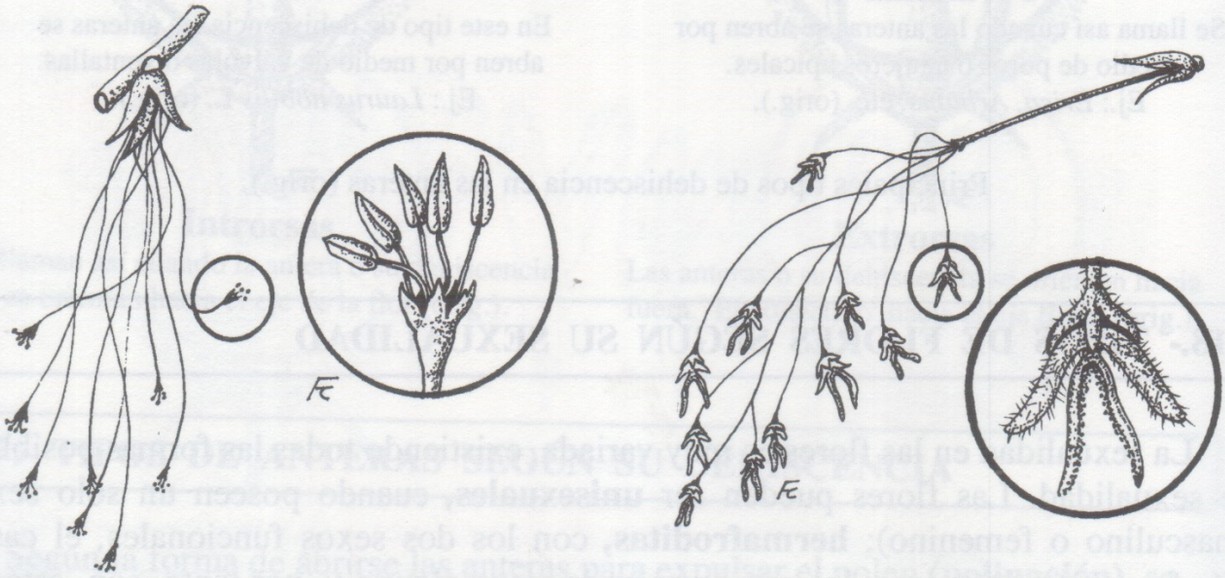
Unisexual femenina
De sexo femenino, sólo con gineceo (orig.).



Hermafrodita
Bisexual, con androceo y gineceo (orig.).



Neutra
Sin sexo, no tienen ni androceo ni gineceo. Son estériles (orig.).



Arce negundo, *Acer negundo* L.
Inflorescencia masculina (izquierda), femenina (derecha) y detalles de sendas flores (orig.).

Ortiga menor, *Urtica urens* L.

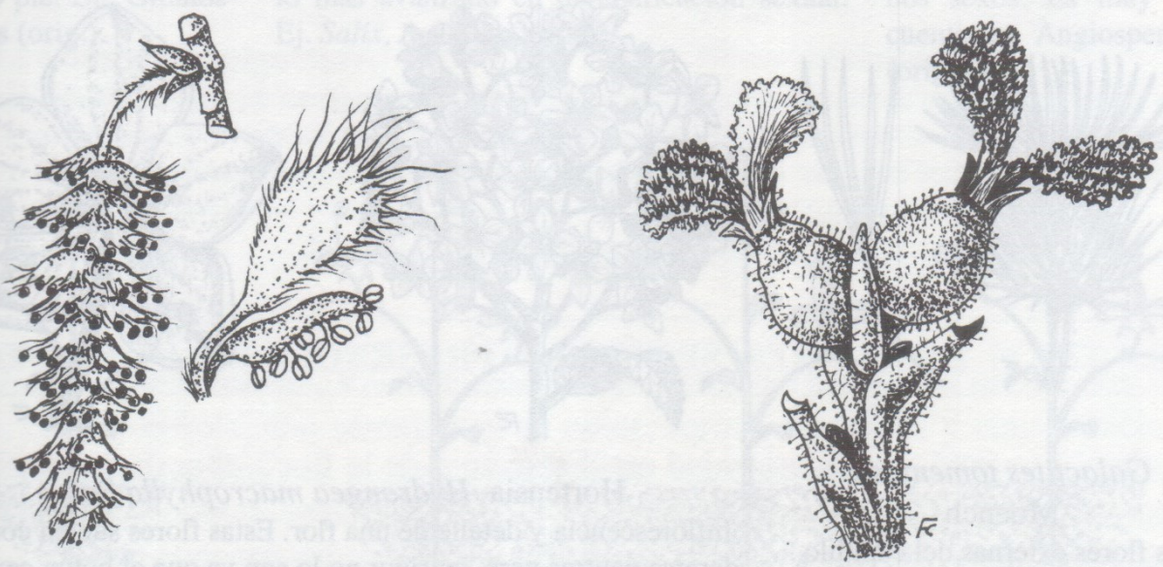
Flor masculina. Ramita con ambas flores. Flor femenina.

Todas muy aumentadas.

Pepinillo del Diablo, *Ecballium elaterium* (L.) A. Richard

Flor masculina. Flor femenina

Nótese el ovario ínfero.



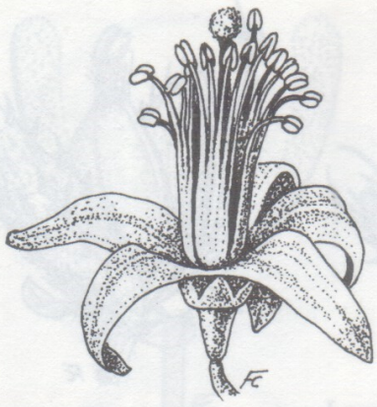
Álamo blanco, *Populus alba* L.

Inflorescencia masculina y detalle de una flor.

Nogal, *Juglans regia* L.

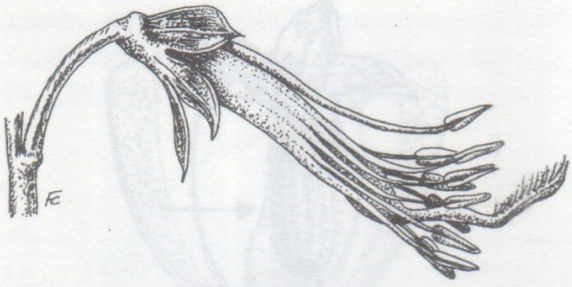
Ramita joven anual con dos flores femeninas.

Ejemplos de flores unisexuales masculinas y femeninas (orig.).

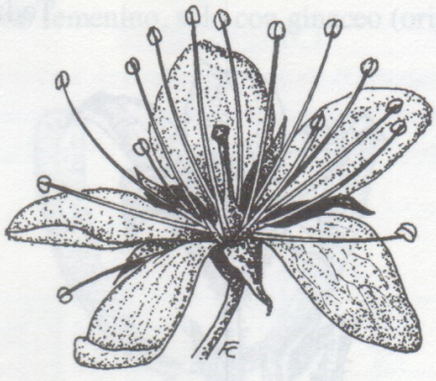


Limonero, *Citrus limon* (L.) Burm.

Azucena, *Lilium candidum* L.

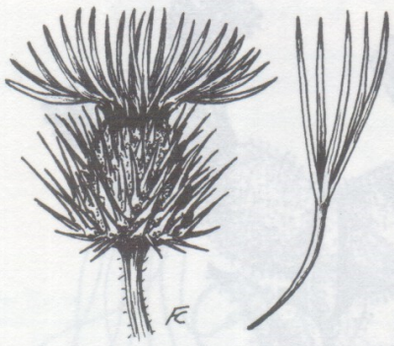


Guisante, *Pisum sativum* L.
Desprovista de los pétalos para más claridad.

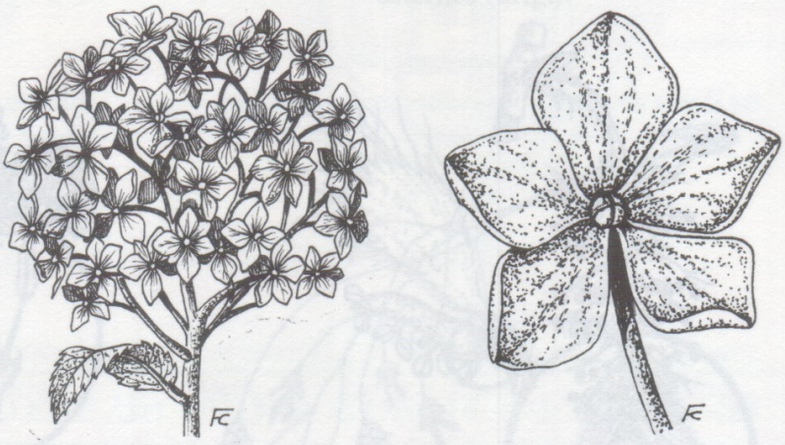


Endrino, *Prunus spinosa* L.

Ejemplos de flores hermafroditas (orig.).



Galactites tomentosa Moench
Las flores externas del capítulo son neutras. Se detalla una de ellas a mayor tamaño.



Hortensia, *Hydrangea macrophylla* Ser.
Inflorescencia y detalle de una flor. Estas flores suelen considerarse neutras pero en rigor no lo son ya que el botón central de cada flor contiene androceo y gineceo, aunque son estériles.

Ejemplos de flores neutras (orig.).

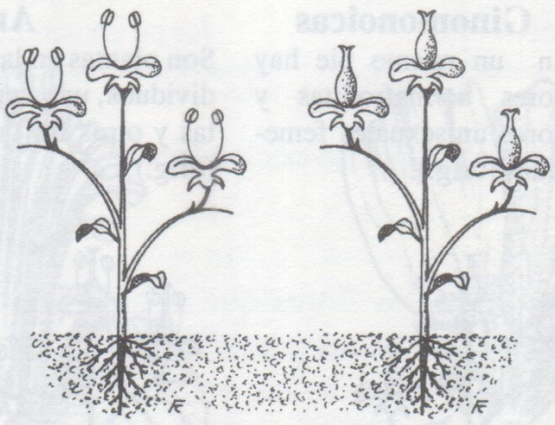
19.- TIPOS DE PLANTAS SEGÚN SU SEXUALIDAD

Con respecto a la sexualidad, se denominan individuos u órganos **masculinos** aquellos que **dan los núcleos sexuales**; y se consideran **femeninos** a aquellos órganos o individuos que **reciben los núcleos sexuales**. Según lo anterior se considera masculino al androceo, ya que produce y da las micrósporas o granos de polen, y femenino al gineceo, que recibe esos granos de polen para fecundar a sus primordios seminales.

A continuación se presentan de forma idealizada los principales tipos de plantas según su sexualidad.

Monoicas

Planta con flores masculinas y flores femeninas separadas pero sobre el mismo pie. Ej.: Gimnospermas (orig.).

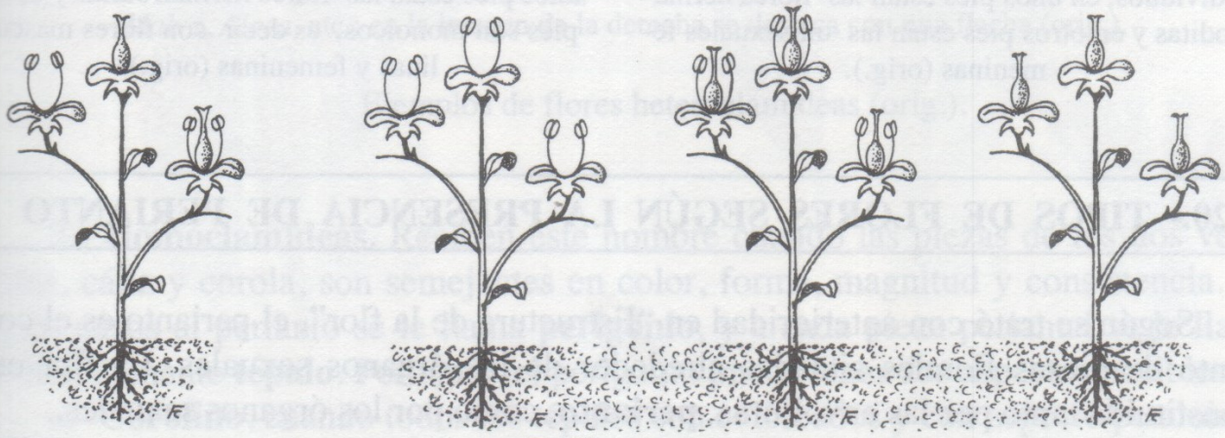


Dioicas

Son plantas que tienen las flores masculinas y femeninas en distinto pie; por tanto existen individuos macho e individuos hembra. Es lo más avanzado en diversificación sexual. Ej. *Salix, Acer*, etc. (orig.).

Hermafroditas

Son plantas con todas las flores hermafroditas: En la misma flor están ambos sexos. Es muy frecuente en Angiospermas (orig.).



Polígamas

Son plantas con flores hermafroditas y flores unisexuales masculinas y femeninas, pudiendo estar sobre un mismo pie, como en la imagen de la izquierda o bien sobre pies diferentes como en la imagen de la derecha. Ej.: *Celtis australis* L. (orig.).

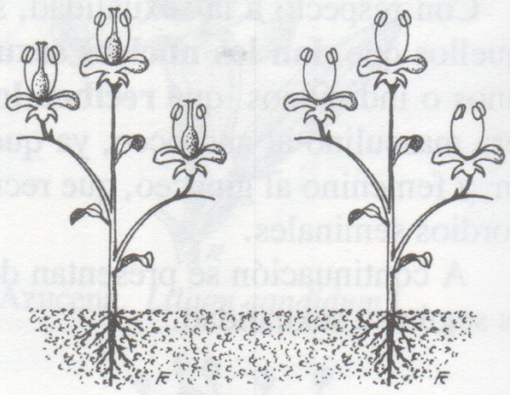
Dentro de este grupo de plantas polígamas se pueden distinguir a su vez varios tipos:

Andromonoicas

En un mismo pie existen flores hermafroditas y flores unisexuales masculinas (orig.).

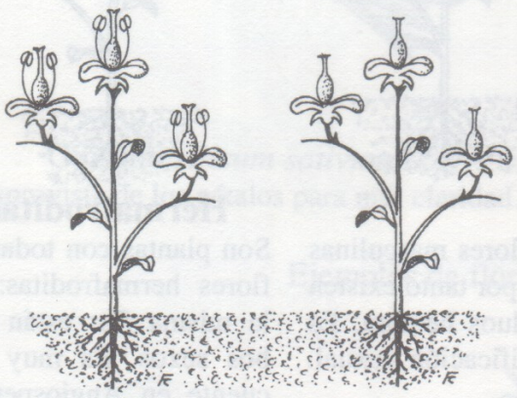
Ginomonoicas

En un mismo pie hay flores hermafroditas y flores unisexuales femeninas (orig.).



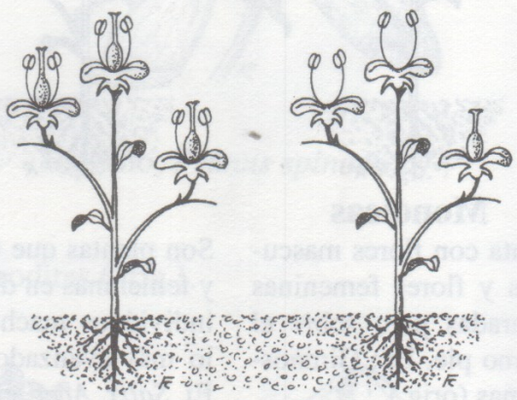
Androdioicas

Son plantas en las que existen dos tipos de individuos, unos pies tienen flores hermafroditas y otros las tienen unisexuales masculinas (orig.).



Ginodioicas

Son plantas en las que también hay dos tipos de individuos, en unos pies están las flores hermafroditas y en otros pies están las unisexuales femeninas (orig.).



Androginodioicas

En este caso existen dos tipos de individuos, en unos pies están las flores hermafroditas y otros pies son monoicos, es decir con flores masculinas y femeninas (orig.).

20.- TIPOS DE FLORES SEGÚN LA PRESENCIA DE PERIANTO

Según se trató con anterioridad en "Estructura de la flor", el perianto es el conjunto de piezas florales situadas alrededor de los órganos sexuales. La flor está constituida tanto por las envolturas, **perianto**, como por los órganos sexuales.

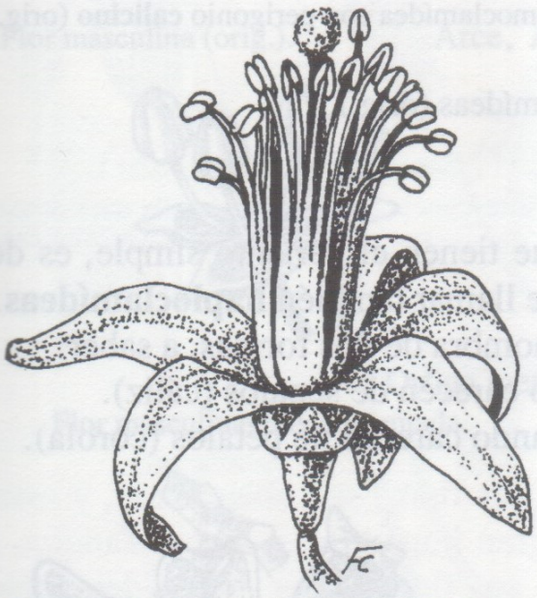
Generalmente, las piezas del perianto se distribuyen en uno o dos verticilos, aunque a veces también se sitúan helicoidalmente alrededor del eje floral como ocurre en *Ranunculus*, *Magnolia*, etc.

Según el número de envolturas periantales que tengan las flores, existen los siguientes tipos:

A.- **DICLAMÍDEAS**. Se llaman así las flores que tienen perianto doble, es decir dos envolturas o verticilos: el externo, **cáliz,** formado por el conjunto de sépalos, y el interno, **corola**, formado por el conjunto de pétalos. Se pueden llamar también **diploclamídeas**.

Dependiendo del aspecto, que presentan las piezas del perianto, se pueden distinguir a su vez dos tipos, a saber:

1.- **Heteroclamídeas**. Se llaman así cuando las piezas del cáliz y las de la corola son diferentes en forma, color, magnitud y consistencia. Es el caso más frecuente dentro de las angiospermas.



Limonero, *Citrus limon* (L.) Burm.

Hibisco, *Hibiscus syriacus* L.

A veces acompañan al cáliz un conjunto de brácteas que dan la impresión de ser un verticilo suplementario llamado **epicáliz** o **calículo**, como sucede en *Hibiscus*, *Malva*, *Alcea*, etc.; en la imagen de la derecha se destaca con una flecha (orig.).

Ejemplos de flores heteroclamídeas (orig.).

2.- **Homoclamídeas.** Reciben este nombre cuando las piezas de los dos verticilos, cáliz y corola, son semejantes en color, forma, magnitud y consistencia. En estos casos al perianto se le llama **perigonio**, y a cada pieza periantal se le llama indistintamente **tépalo**. Por tanto, el perigonio puede tener dos aspectos posibles:

a.- **Corolino**, cuando todos los tépalos son coloreados y con aspecto petaloide, como ocurre en *Lilium*, *Allium*, *Asphodelus*, etc.

b.- **Calicino**, si todos los tépalos tienen color verdoso y aspecto sepaloide, como *Juncus*, etc. Ver en página siguiente algunos ejemplos.

Azucena, *Lilium candidum* L.
Homoclamídea con perigonio **corolino** (orig.).

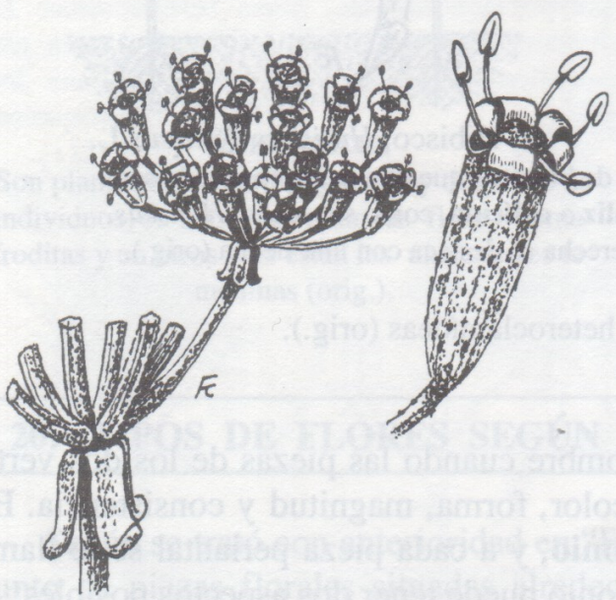
Junco de sapo, *Juncus bufonius* L.
Homoclamídea con perigonio **calicino** (orig.).

Tipos de flores homoclamídeas (orig.).

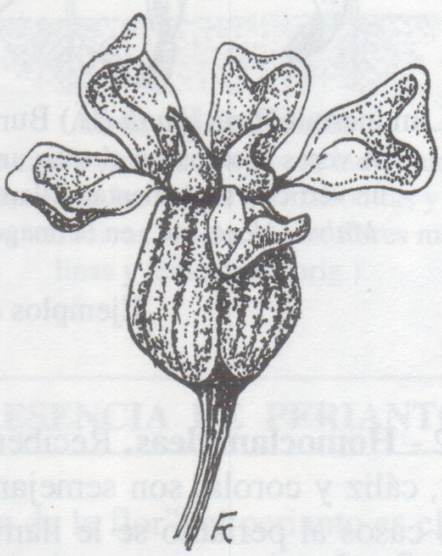
B.- **MONOCLAMÍDEAS**. Son las flores que tienen el perianto simple, es decir con una sola envoltura o verticilo. Se las puede llamar también **haploclamídeas**. Dependiendo del verticilo que les falte se las nombra de dos formas, a saber:

1.- **Asépalas**. Reciben este nombre cuando carecen de sépalos (cáliz).

2.- **Apétalas.** Se llaman así a las flores cuando carecen de pétalos (corola).



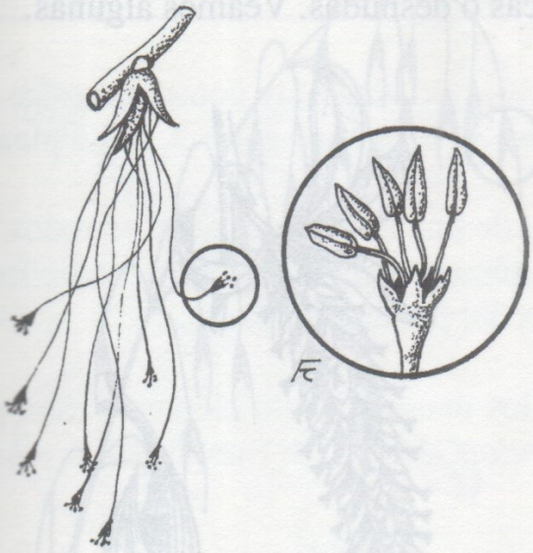
Bupleurum fruticosum L.



Cicuta, *Conium maculatum* L.

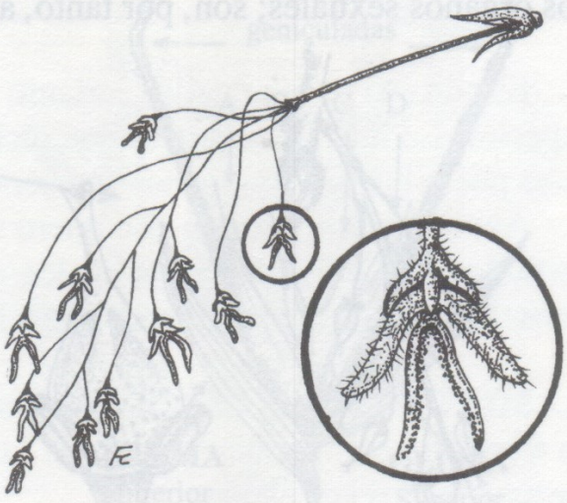
En los dos ejemplos anteriores se ha detallado una sola flor, pero tanto en un caso como en el otro, ambas forman parte de sendas umbelas compuestas (orig.).

Ejemplos de flores monoclamídeas asépalas (orig.).

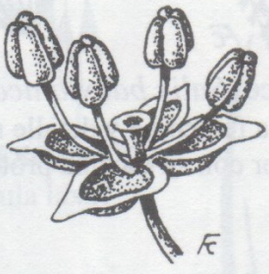


Flor masculina (orig.).

Arce, *Acer negundo* L.



Flor femenina (orig.).



Ortiga menor, *Urtica urens* L

Flor masculina muy aumentada.

Flor femenina muy aumentada.

Nogal, *Juglans regia* L.

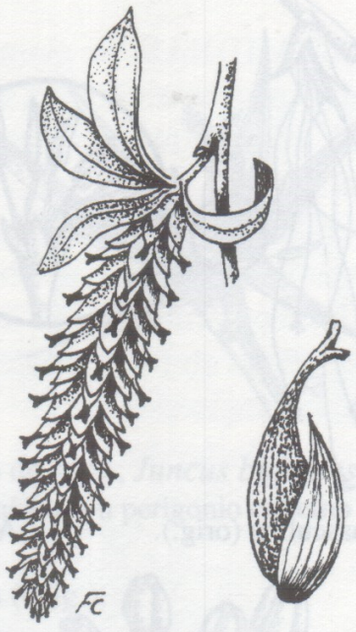
Inflorescencia masculina. Se detalla una flor vista por ambas caras en la que se aprecia el cáliz formado por 5-6 sépalos soldados a una bráctea y en cuyo interior se hallan los estambres (orig.).

Extremo de ramita joven con dos flores femeninas en las que el ovario peloso está coronado por las piezas del cáliz que se señalan con una flecha Sobre el cáliz salen los estilos flabelados (orig.).

Ejemplos de flores monoclamídeas apétalas (orig.).

C.- **ACLAMÍDEAS**. Son flores que carecen de toda envoltura. No poseen más que los órganos sexuales; son, por tanto, aperiánticas o desnudas. Veamos algunas.

Fresno, *Fraxinus excelsior* L.
Inflorescencia y detalle muy aumentado de una flor en la que se aprecian dos estambres sésiles en la base del ovario (orig.).



Sauce, *Salix babylonica* L.
Inflorescencia femenina y detalle muy aumentado de una flor con su escama protectora (orig.).

Ejemplos de flores aclamídeas (orig.).

En la familia de las gramíneas, *Poaceae*, sus flores son aclamídeas, y mantienen una estructura floral constante. Dada la gran importancia de esta familia, merece atención especial la estructura típica de sus flores; por eso la detallamos a continuación.

Cada espiguilla de la inflorescencia posee:

a.- Dos brácteas protectoras llamadas glumas (inferior y superior).

b.- Cada flor de la espiguilla tiene dos bractéolas (glumelas) basales

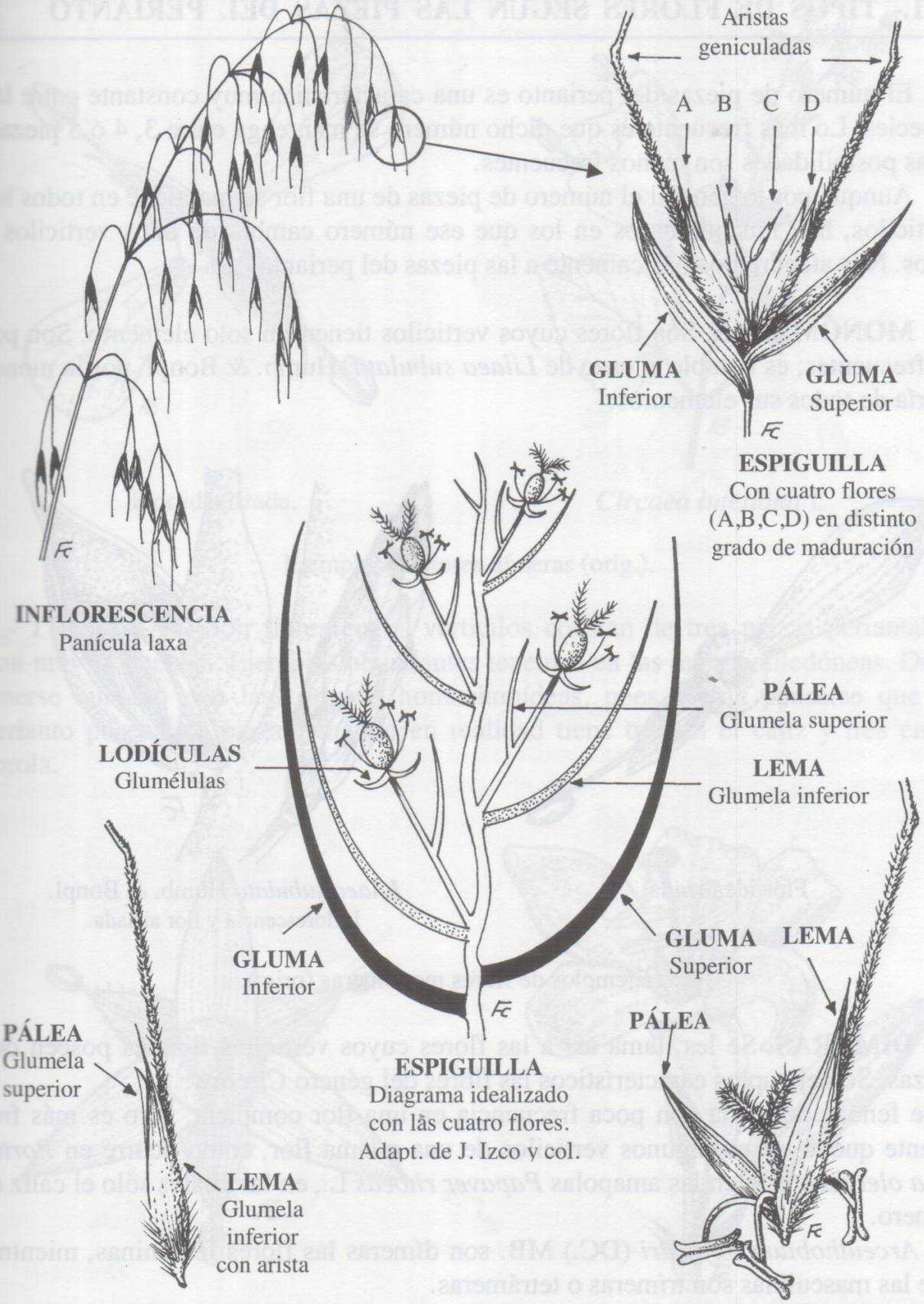
- La glumela inferior o **lema,** herbácea o coriácea y frecuentemente aristada.
- La glumela superior o **pálea**, membranácea y con dos quillas.

c.- En el lugar del perianto existen dos escamas (glumélulas) muy pequeñas llamadas **lodículas,** libres o soldadas y a veces ausentes.

d.- Androceo generalmente con tres estambres de filamento largo y anteras mediifijas.

e.- El gineceo consta de un ovario súpero unicarpelar, con un primorido seminal y dos estigmas plumosos.

En la página siguiente se muestran imágenes de la estructura de estas flores basadas en la inflorescencia de *Avena sterilis* L.



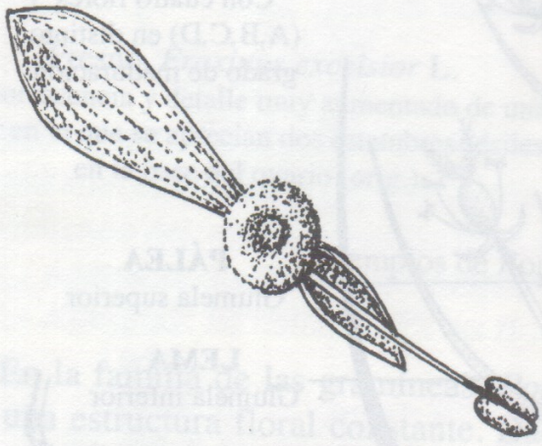
Estructura de las flores aclamídeas de avena loca, *Avena sterilis* L. (orig.).

21.- TIPOS DE FLORES SEGÚN LAS PIEZAS DEL PERIANTO

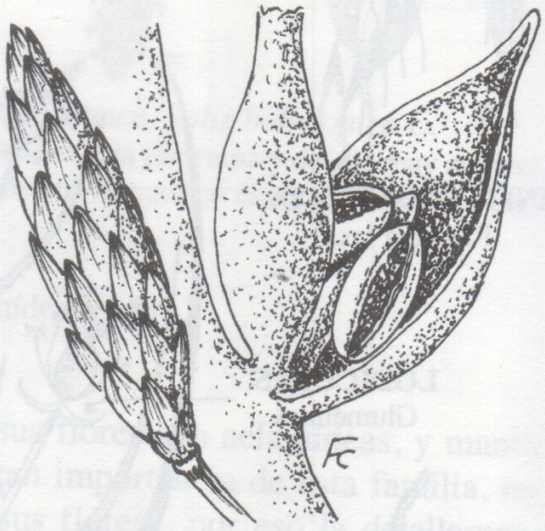
El número de piezas del perianto es una característica muy constante entre las especies. Lo más frecuente es que dicho número se mantenga entre 3, 4 ó 5 piezas; otras posibilidades son menos frecuentes.

Aunque por lo general el número de piezas de una flor se mantiene en todos los verticilos, hay muchos casos en los que ese número cambia de unos verticilos a otros. Nos atendremos básicamente a las piezas del perianto.

A.- **MONÓMERAS**. Son flores cuyos verticilos tienen un solo elemento. Son poco frecuentes; es notable el caso de *Lilaea subulata* Humb. & Bonpl. por la monomería de todos sus elementos.



Flor idealizada.



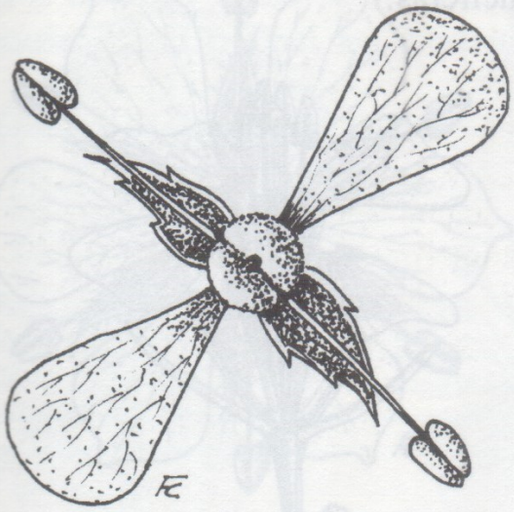
Lilaea subulata Humb. & Bonpl.
Inflorescencia y flor aislada.

Ejemplos de flores monómeras (orig.).

B.- **DÍMERAS.** Se les llama así a las flores cuyos verticilos florales poseen dos piezas. Son ejemplos característicos las flores del género *Circaea*.

Este fenómeno se da con poca frecuencia en una flor completa, pero es más frecuente que se dé en algunos verticilos de una misma flor, como ocurre en *Portulaca oleracea* L. y en las amapolas *Papaver rhoeas* L., en las cuales sólo el cáliz es dímero.

En *Arceuthobium oxycedri* (DC.) MB. son dímeras las flores femeninas, mientras que las masculinas son trímeras o tetrámeras.

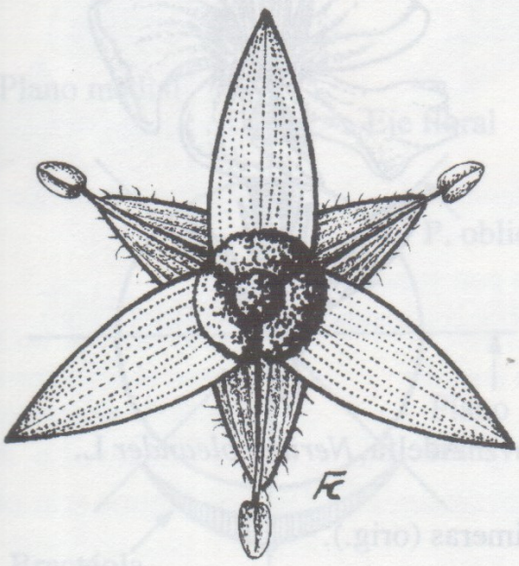


Flor idealizada.

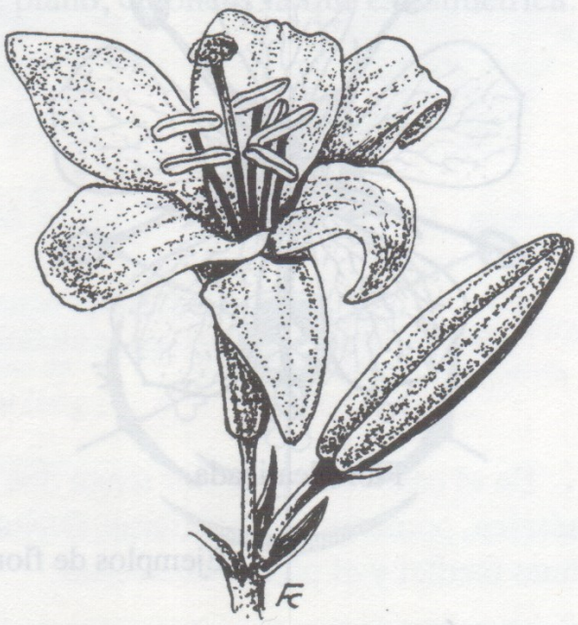
Circaea lutetiana L.

Ejemplos de flores dímeras (orig.).

C.- **TRÍMERAS.** Son flores cuyos verticilos constan de tres piezas periantales. Son muy frecuentes. Ejemplos abundantes tenemos en las monocotiledóneas. Debe tenerse cuidado con las trímeras homoclamídeas, pues podría pensarse que su perianto posee seis piezas, cuando en realidad tiene tres en el cáliz y tres en la corola.



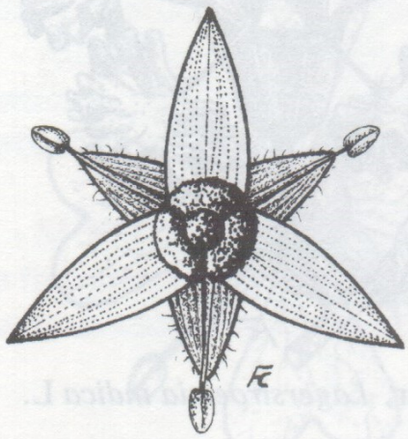
Flor idealizada.



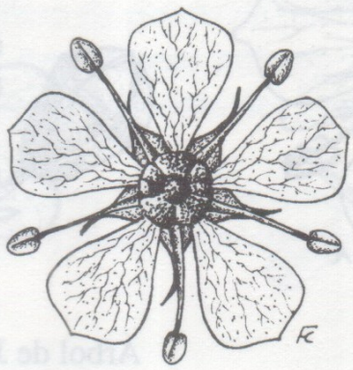
Azucena, *Lilium candidum* L.

Ejemplos de flores trímeras (orig.).

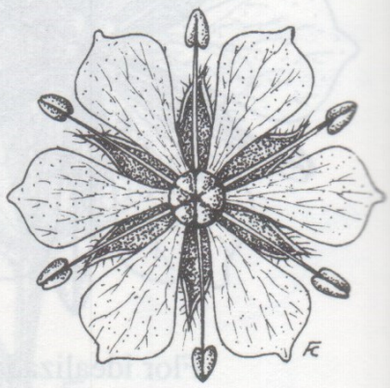
A.- **ACTINOMORFAS.** Se llaman así a las flores cuando tienen dos o más planos de simetría. Si tienen más de dos planos, la simetría se llama **radiada** o **multilateral**, como sucede en las amapolas (*Papaver*), las jaras (*Cistus*), azucenas (*Lilium*), etc.



Tres planos de simetría.



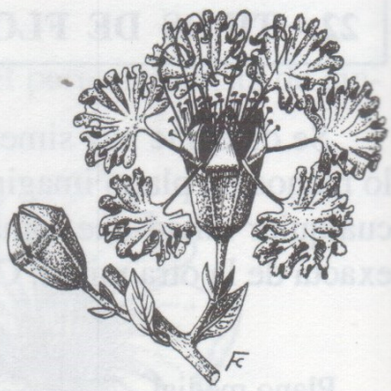
Cinco planos de simetría.



Seis planos de simetría.

Azucena, *Lilium candidum* L.

Adelfa, *Nerium oleander* L.



Lagerstroemia indica L.

Ejemplos de flores actinomorfas con simetría radiada.
En la parte superior imágenes idealizadas para mejor comprensión de los planos (orig.).

En el caso de que la flor tenga dos planos, la simetría se llama **bilateral o disimétrica,** como en las crucíferas, *Dicentra*, *Hypecoum*, etc. Dichos planos son el plano medial y el plano transversal.

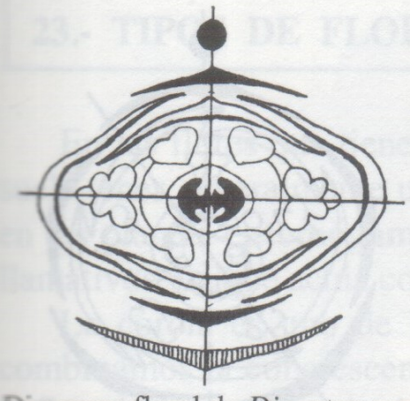
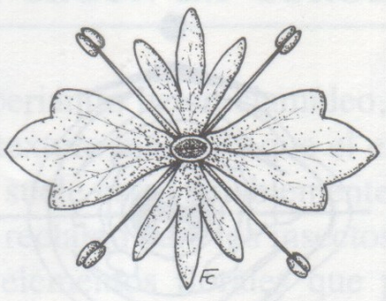
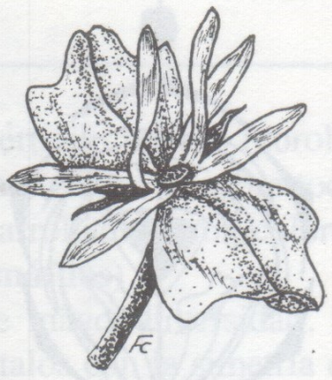


Diagrama floral de *Dicentra* con simetría bilateral. Se señalan los planos medial y transversal (adaptado de Rauch).

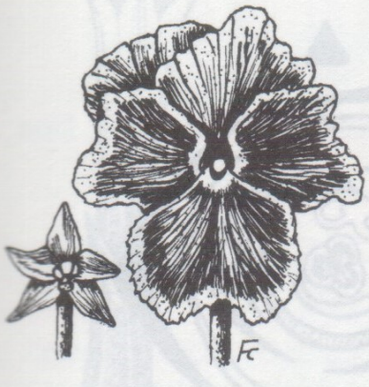




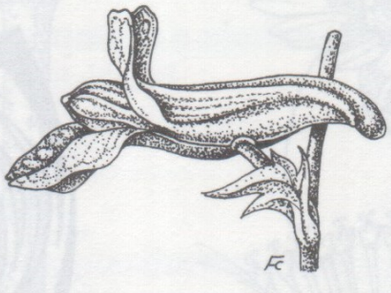
Hypecoum imberbe Sibth. & Sm.
En la izquierda flor idealizada para mejor comprensión de los planos de simetría. En la imagen de la derecha se han suprimido los órganos sexuales, también para mayor claridad (orig.).

Ejemplos de flores actinomorfas con simetría bilateral (orig.).

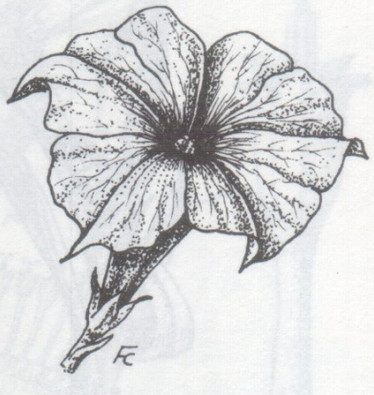
B.- **ZIGOMORFAS.** Reciben este nombre las flores que tienen un solo plano de simetría. En este caso, a la simetría se le denomina **dorsiventral** o **monosimétrica,** como sucede en *Viola,* en las orquídeas, en la mayoría de las labiadas, de las papilionáceas , etc.



Viola tricolor L.
Con un plano de simetría medial. En la izquierda se representa el cáliz (orig.).



Corydalis aurea Willd.
Flor con un plano de simetría transversal (orig.).



Petunia híbrida Hort. ex Vilm.
Flor con un plano de simetría oblicuo (orig.).

Ejemplos de flores zigomorfas con simetría dorsiventral (orig.).

A continuación se han representado los respectivos diagramas florales de los ejemplos anteriores.

FACULTAD DE CIENCIAS
BIBLIOTECA
GRANADA

Diagrama floral de *Viola*
Con un plano de simetría medial (adaptado de Rauch).

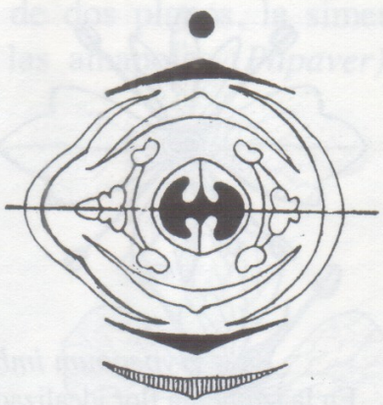


Diagrama floral de *Corydalis*
Con un plano de simetría transversal (adaptado de Rauch).

Diagrama floral de *Petunia*
Con un plano de simetría oblicuo (adaptado de Rauch).

Diagramas de flores zigomorfas con simetría dorsiventral.

C.- **ASIMÉTRICAS.** Se llaman así las flores que carecen de planos de simetría, como sucede en la caña de Indias, *Canna indica* L., o en las marantas (*Marantha).*

Canna indica L.
Flor asimétrica, sin planos de simetría, por reducción (pérdida) de piezas o cambios de posición (orig.).

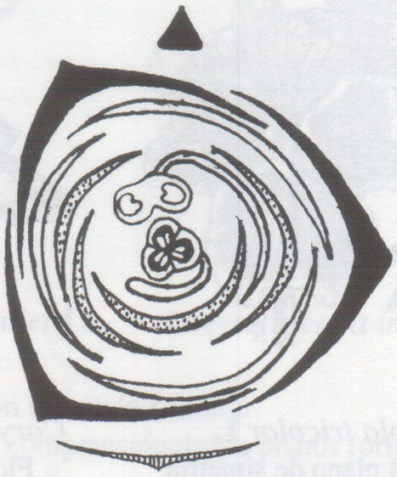


Diagrama floral de *Canna indica* L.
Como se advierte en el diagrama, no existe ningún plano de simetría. Los estaminodios se han representado punteados (adap. de Rauch).

Ejemplo de flor asimétrica.

23.- TIPOS DE FLORES SEGÚN LA COROLA

En las flores que tienen periantio heteroclamídeo, el verticilo interno (corola) suele tener generalmente una textura más fina que el externo (cáliz), y, sobre todo en las plantas **entomógamas,** suele estar notablemente desarrollado y con colores llamativos, ya que actúa como reclamo para los insectos (**semáfilos**).

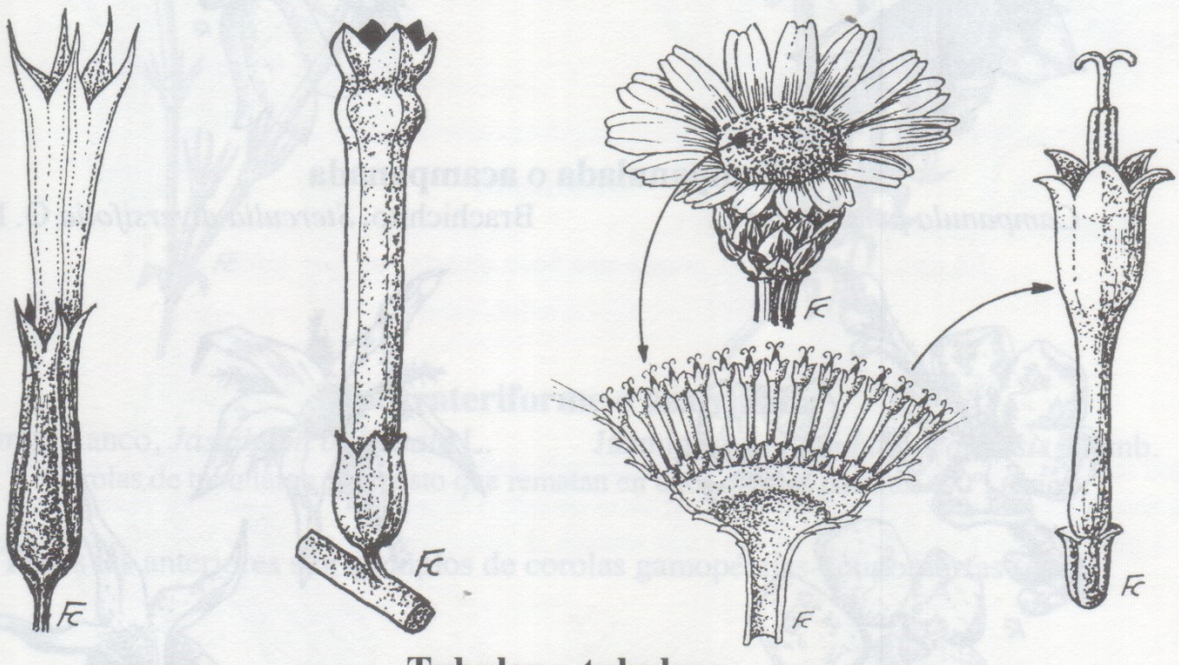
La corola es uno de los elementos florales que posee mayor diversidad. Si combinamos la concrescencia o no concrescencia de los pétalos con la simetría de la flor obtenemos los siguientes tipos de flores:

A.- **GAMOPÉTALAS-ACTINOMORFAS**. Se les llama así a las flores cuando poseen a la vez las siguientes características:

- Tienen los pétalos concrescentes, es decir, soldados entre sí al menos en su base.
- Tienen varios planos de simetría.

También se las puede llamar **simpétalas-regulares.**

Nota: En estos casos, en que las piezas de la corola van soldadas entre sí, en lugar de hablar de pétalos, uñas y limbos, se habla de **corola**, **tubo** y **dientes** respectivamente. Veamos a continuación los siguientes tipos.



Tubular o **tubulosa**

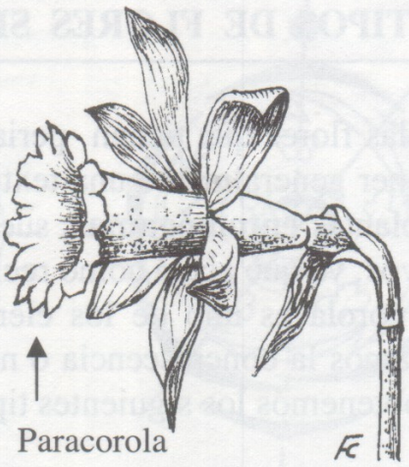
Estramonio
Datura stramonium L.

Tabaco moruno
Nicotiana glauca R. C. Graham

Como indica el nombre, la corola tiene forma de tubo cilíndrico o casi cilíndrico insinuándose en ella el número de piezas (orig.).

Mirabeles
Chrysanthemun coronarium L.

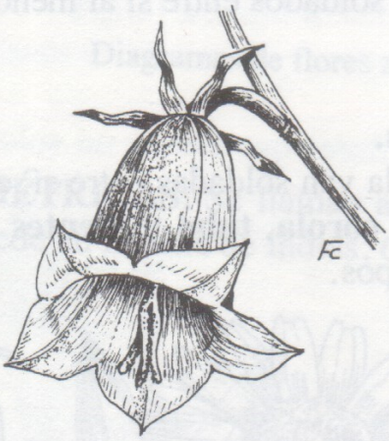
Estas son las flores típicas del botón central de muchas compuestas. En la parte derecha se destaca una sola flor. A este tipo de flores de las compuestas se les llama **flósculos** (orig.).

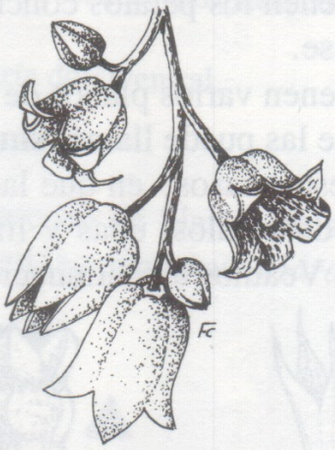


Infundibuliforme o **embudada**

Corregüela, *Convolvulus althaeoides* L.

Narcissus nobilis (Haw.)J.A.&J.H.Schultes

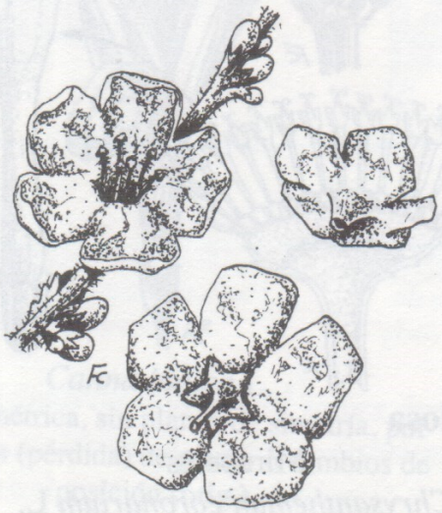


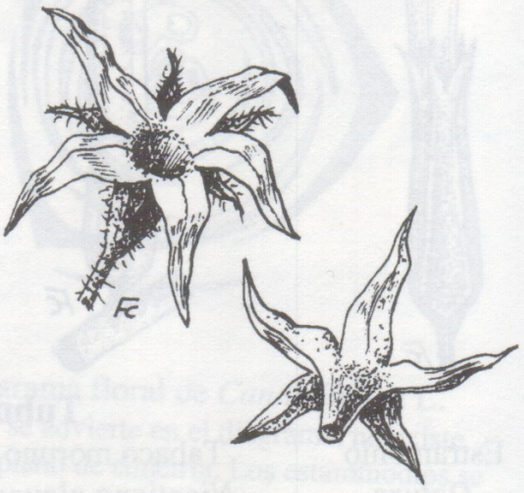


Campanulada o **acampanada**

Campanula persicifolia L.

Brachichito, *Sterculia diversifolia* G. Don





Rotácea o **enrodada**

Gordolobo, *Verbascum pulverulentum* Vill.

Tomate, *Lycopersicum sculentum* Miller

La corola recuerda los radios de una rueda, con el tubo corto o cortísimo y dientes patentes. En ambas imágenes se han separado las corolas del cáliz para mayor claridad (orig.).

Urceolada o **aorzada**

Madroño, *Arbutus unedo* L. Penitentes, *Muscari comosum* (L.) Miller

La corola de estas flores tiene forma de olla u orza, con el tubo grande ventrudo y el limbo poco desarrollado. En ambas imágenes se ha destacado una sola flor (orig.).

Hipocrateriforme o **asalvillada**

Jazmín blanco, *Jasminum officinale* L. Jazmín azul, *Plumbago capensis* Thunb.

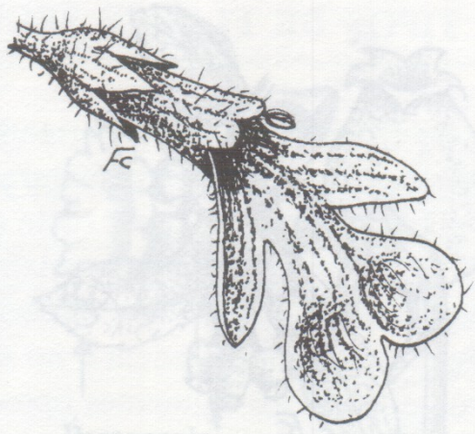
Corolas de tubo largo y angosto que rematan en unos dientes patentes (90º) (orig.).

Todas las anteriores son ejemplos de corolas gamopétalas-actinomorfas (orig.).

B.- **GAMOPÉTALAS-ZIGOMORFAS**. Reciben este nombre las flores cuando poseen a la vez las siguientes características

- Tienen los pétalos concrescentes, es decir, soldados entre sí al menos en la base.
- Poseen un solo plano de simetría.

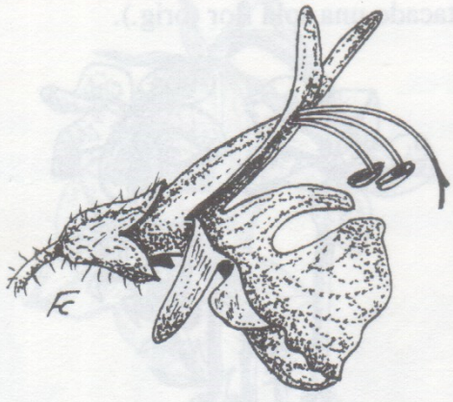
También se las puede llamar **simpétalas-irregulares**. Según lo anterior, existen los siguientes tipos.

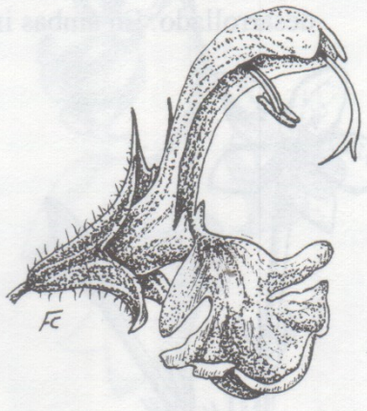


Unilabiada

Olivilla, *Teucrium fruticans* L. Pinillo, *Ajuga reptans* L.

La corola semeja una boca abierta con un solo labio, el inferior. En la izquierda el labio es pentalobulado. En la derecha el labio superior se reduce a dos dientes inconspicuos (orig.).

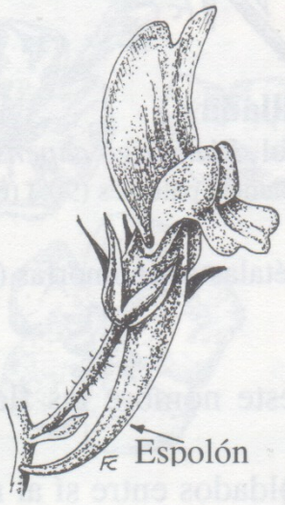


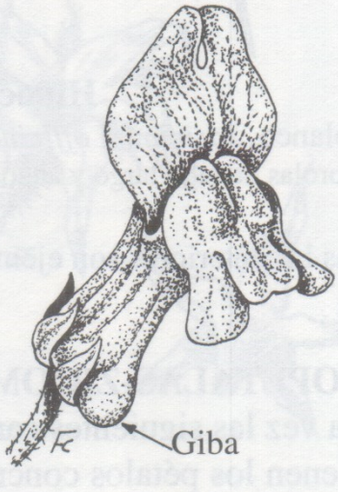


Bilabiada

Romero, *Rosmarinus officinalis* L. Salvia, *Salvia sclarea* L.

En este caso la corola parece una boca abierta con dos labios (orig.).

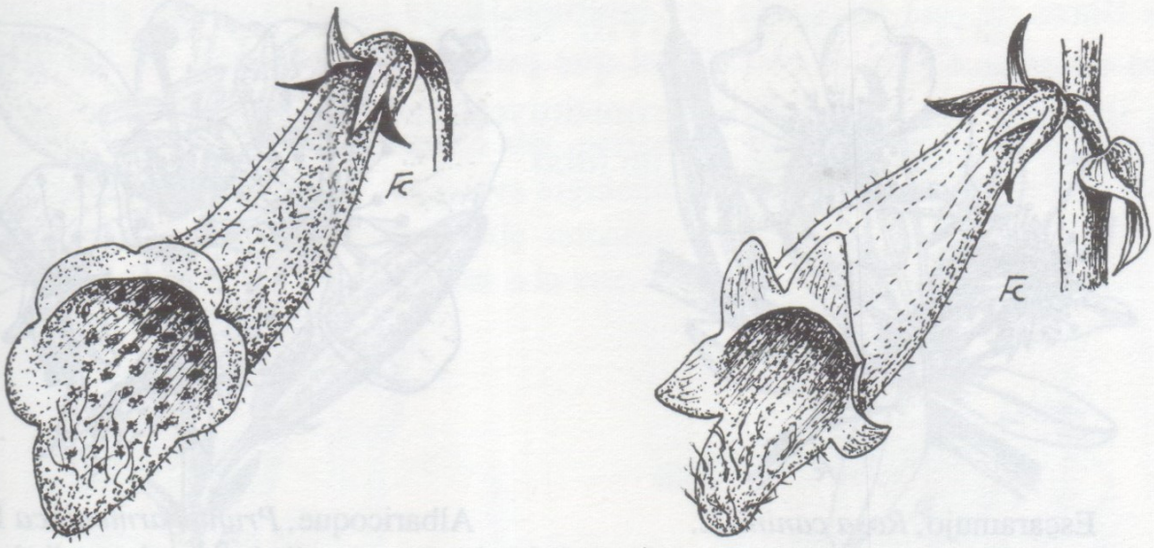




Personada

Conejitos, *Linaria spartea* (L.) Chaz. *Antirrhynum sempervirens* Lapeyr

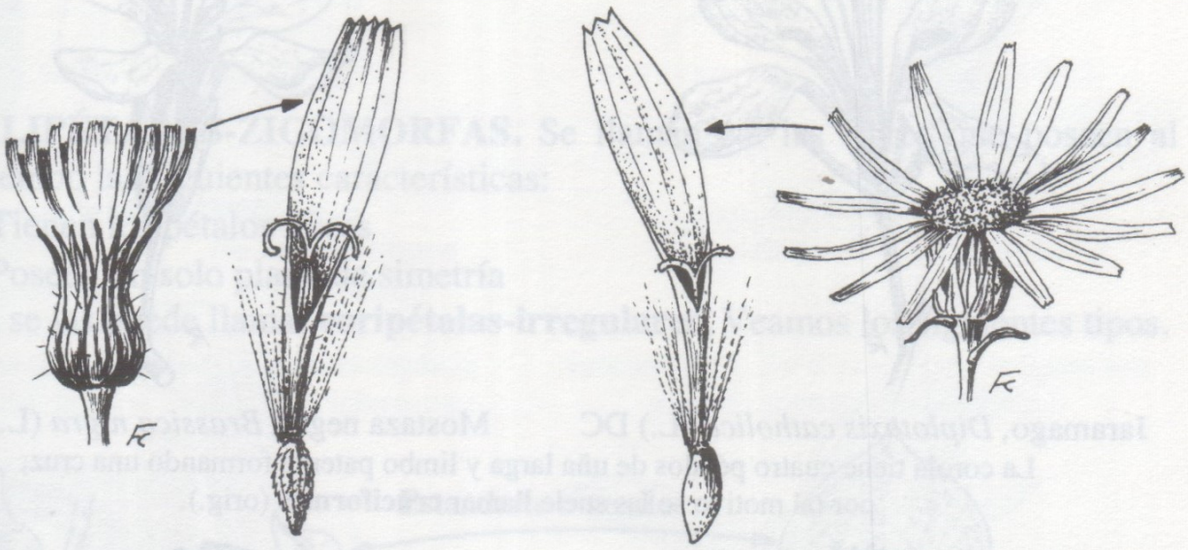
Son corolas bilabiadas de tubo cerrado por un repliegue o abolladura del labio inferior llamada **paladar.** En la base de la corola puede haber un **espolón** o una **giba**, como se indica (orig.).



Digitaliforme

Dedalera, *Digitalis purpurea* L. *Digitalis lutea* L.

Tienen forma de dedal (orig.).



Ligulada **Hemiligulada**

Cerraja *Sonchus oleraceus* L. *Senecio jacobea* L.

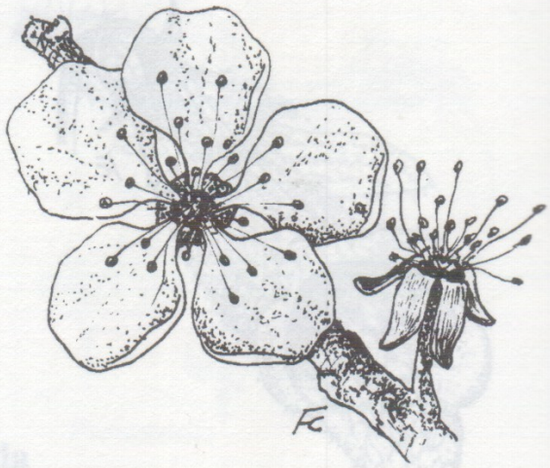
El tubo de estas flores se abre en una lengüeta (lígula), cuyo extremo termina en cinco dientes como en la imagen izquierda, o en tres dientes como en la de la derecha. Son propias de los capítulos de algunas compuestas. En ambas imágenes se destaca una sola flor para mayor claridad (orig.).

C.- **DIALIPÉTALAS-ACTINOMORFAS**. Se llaman así las flores que poseen al mismo tiempo las siguientes características:

- Tienen los pétalos libres
- Poseen varios planos de simetría

También se las puede llamar **coripétalas-regulares**. Veamos los siguientes tipos.

Escaramujo, *Rosa canina* L.



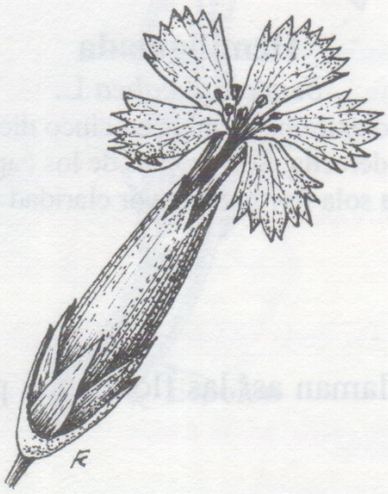
Albaricoque, *Prunus armeniaca* L.

En ambos casos las corolas poseen cinco pétalos de uña corta y limbo bien desarrollado. A estos tipos de flores se las suele llamar "**rosáceas**" (orig.).

Jaramago, *Diplotaxis catholica* (L.) DC

Mostaza negra, *Brassica nigra* (L.) Koch

La corola tiene cuatro pétalos de uña larga y limbo patente formando una cruz; por tal motivo se las suele llamar **cruciformes** (orig.).



Clavel silvestre, *Dianthus lusitanus* Brot.

Silene colorata Poiret

Corola con cinco pétalos de uña larga y limbo patente. Usualmente se las suele llamar "**cariofiláceas**" o **aclaveladas** (orig.).

Azucena, *Lilium candidum* L.

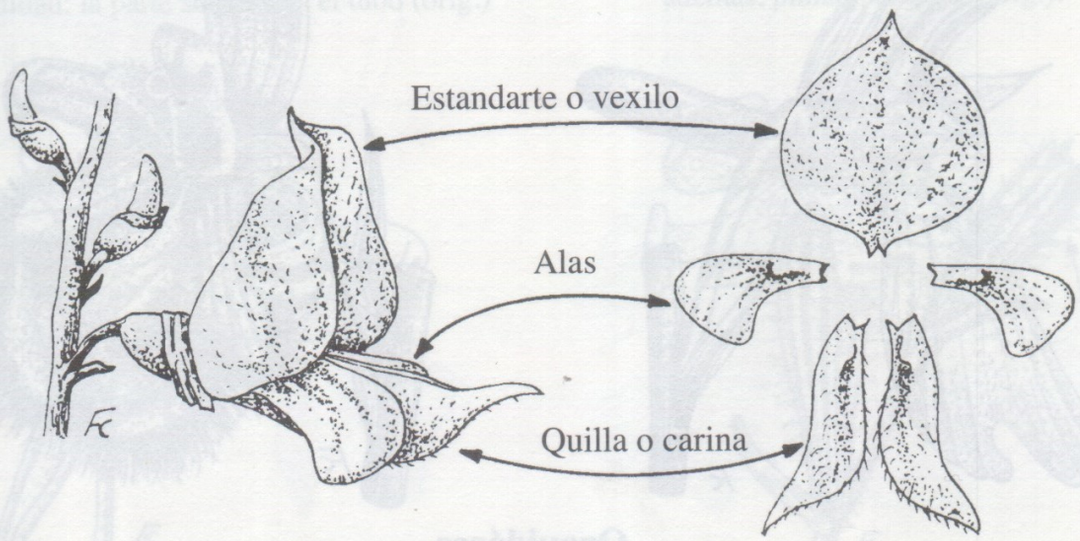
Gamón, *Asphodelus albus* Miller

Flores con seis tépalos. Los dos verticilos del periantio trímero son iguales (homoclamídea). A las flores con estas características se las suele llamar "**liliáceas**" (orig.).

D.- DIALIPÉTALAS-ZIGOMORFAS. Se llaman así las flores que poseen al mismo tiempo las siguientes características:

- Tienen los pétalos libres
- Poseen un solo plano de simetría

También se las puede llamar **coripétalas-irregulares.** Veamos los siguientes tipos.

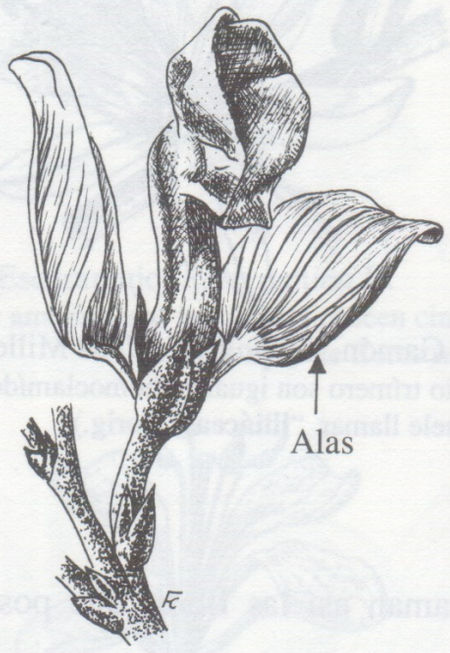


Papilionada o **amariposada**

Retama olorosa, *Spartium junceum* L.

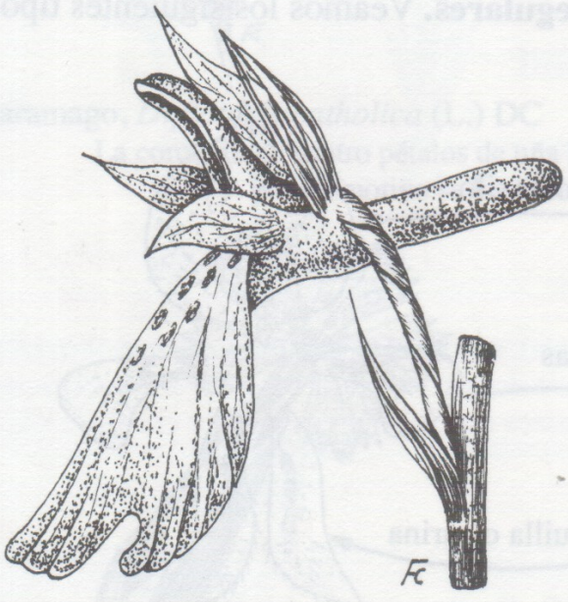
La corola es pentámera y el conjunto recuerda a una mariposa. Típica de la familia *Fabaceae* (orig.).

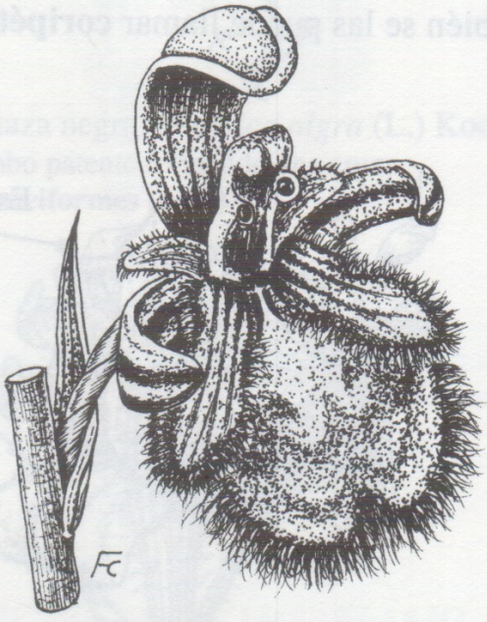
Las flores de una *Polygala* son también flores papilionadas o amariposadas, pero en estas flores es el cáliz el que posee cinco sépalos, de los cuales los dos internos son petaloideos y constituyen las **alas**. La corola posee tres pétalos más o menos soldados en un tubo.



Polygala microphylla L.

Polygala boissieri Cosson





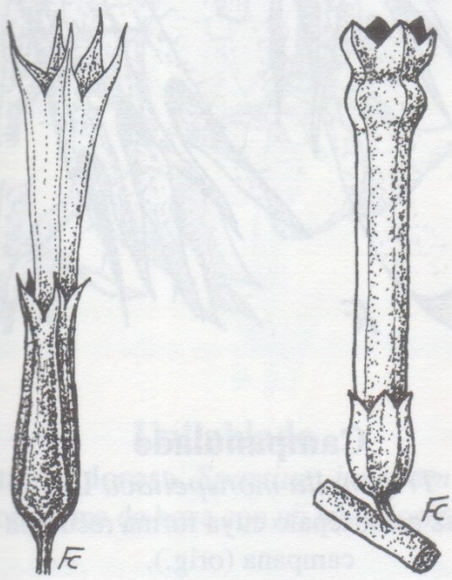
Orquidácea

Satirón manchado, *Orchis mascula* L. Espejo de Venus, *Ophrys speculum* Link

Son flores trímeras resupinadas, es decir, que tienen una posición invertida debido a la torsión del ovario; el pétalo que aparece como inferior es en realidad el superior. Se consideran las más evolucionadas a causa de sus muchas modificaciones y adaptaciones (orig.).

24.- TIPOS DE CÁLICES SEGÚN DIVERSOS ASPECTOS

El cáliz es el verticilo externo del periantio. Presenta gran diversidad de formas, como veremos en las imágenes siguientes, la mayoría de las cuales suelen estar aumentadas y sin proporción de tamaños entre ellas. En algunos dibujos pueden coincidir varias características a la vez. Veamos los más importantes.



Gamosépalo

Datura stramonium L. — *Nicotiana glauca* R.C. Graham

Sépalos soldados al menos en la base. La parte libre son dientes, lóbulos o lacinias según la profundidad; la parte soldada es el tubo (orig.)

Dialisépalo

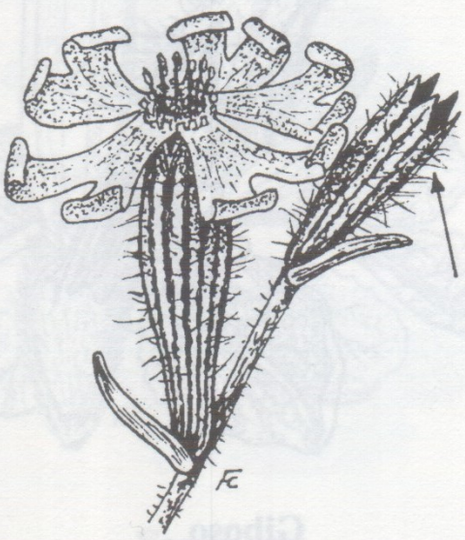
Escaramujo, *Rosa canina* L.

En este caso los sépalos del cáliz están completamente libres. En el ejemplo de la figura son, además, pinnatipartidos (orig.).

Espolonado

Capuchina, *Tropaeolum majus* L.

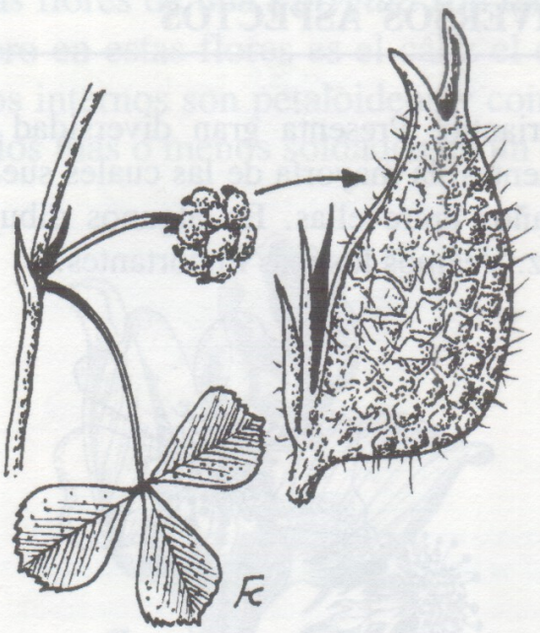
Con abolladura profunda y aguda (orig.).



Tubuloso

Silene colorata Poiret

En forma de tubo más o menos cilíndrico (orig.).



Globoso

Trébol, *Trifolium spumosum* L.

Cáliz bilabiado cuyo labio superior está marcadamente inflado en la fructificación (orig.).

Campanulado

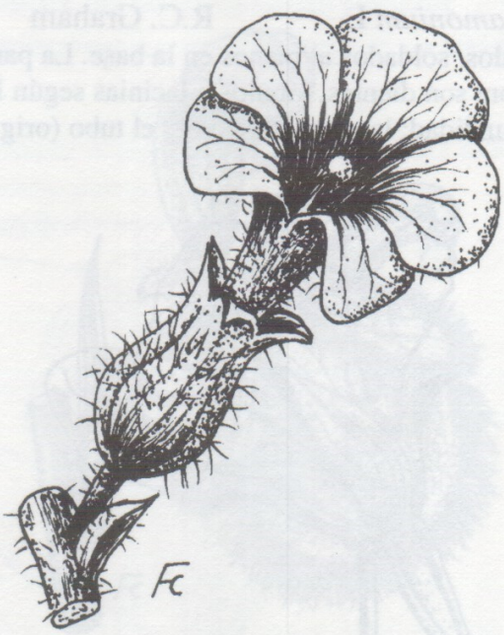
Trigonella monspeliaca L.

Es un cáliz gamosépalo cuya forma recuerda a una campana (orig.).

Giboso

Teucrium scorodonia L.

Se llama así al cáliz que posee una joroba que resalta vista desde fuera (orig.).



Urceolado

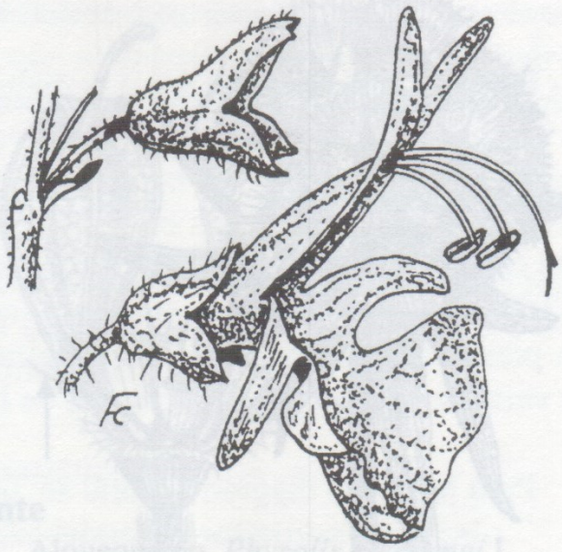
Beleño blanco, *Hyoscyamus albus* L.

En este caso el cáliz se abomba en su parte inferior adquiriendo forma de orza u olla (orig.).

Unilabiado

Retama olorosa, *Spartium junceum* L.

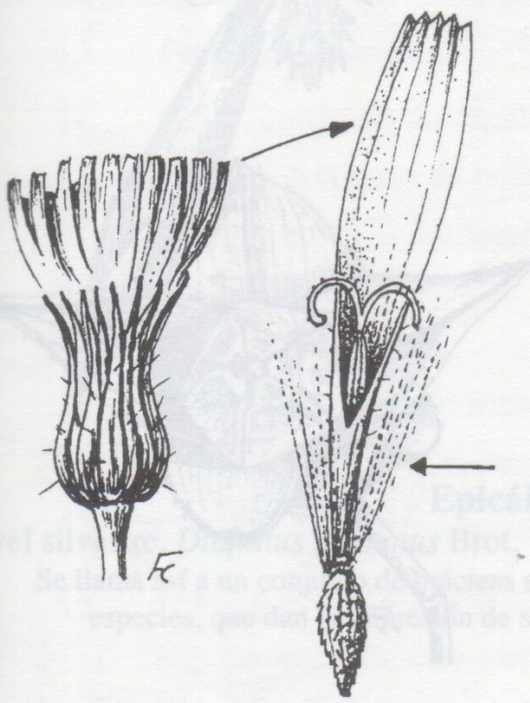
Con forma de boca con un labio (orig.).



Bilabiado

Romero, *Rosmarinus officinalis* L.

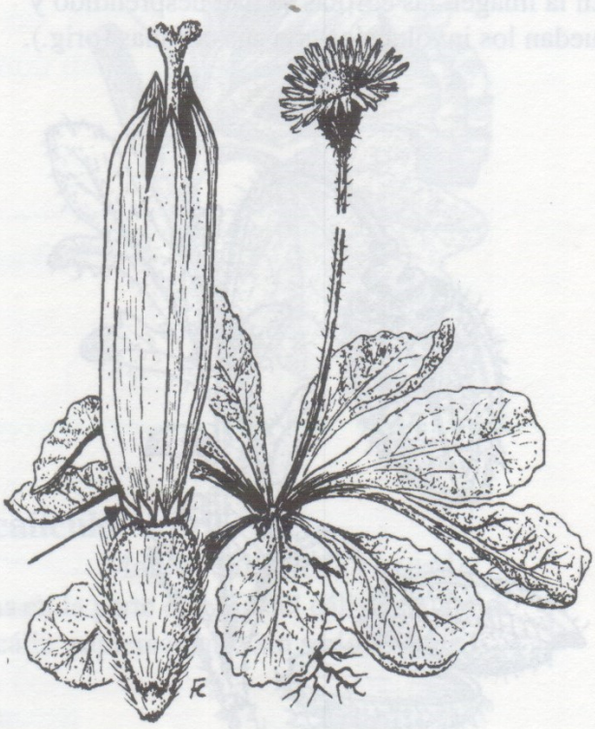
Con forma de boca con dos labios (orig.).



Plumoso

Cerraja, *Sonchus oleraceus* L.

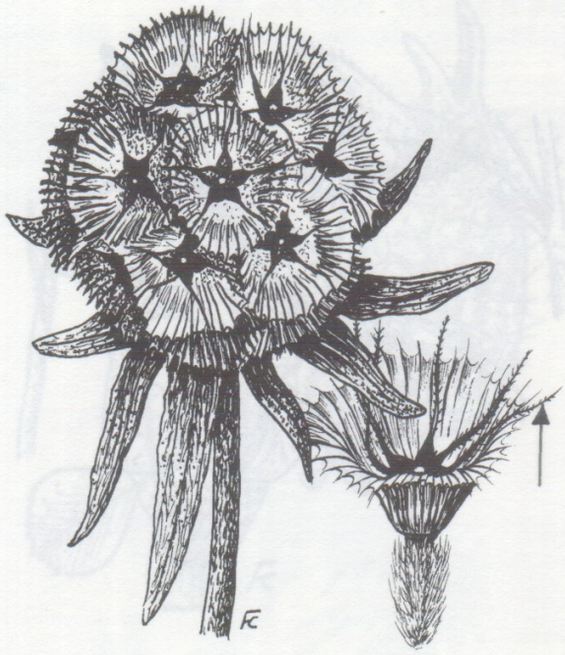
Cáliz formado por setas o cerdas (vilano).
Es frecuente en muchas compuestas (orig.).



Escamoso

Margarita, *Bellis rotundifolia* Boiss. & Reuter

Cáliz formando una corona de escamas como se ve en la flor flosculosa muy aumentada (orig.).



Aristado

Escabiosa, *Scabiosa stellata* L.

Dientes del cáliz en forma de aristas rígidas. En la imagen las corolas se han desprendido y quedan los involucelos con sus coronas (orig.).

Petaloide

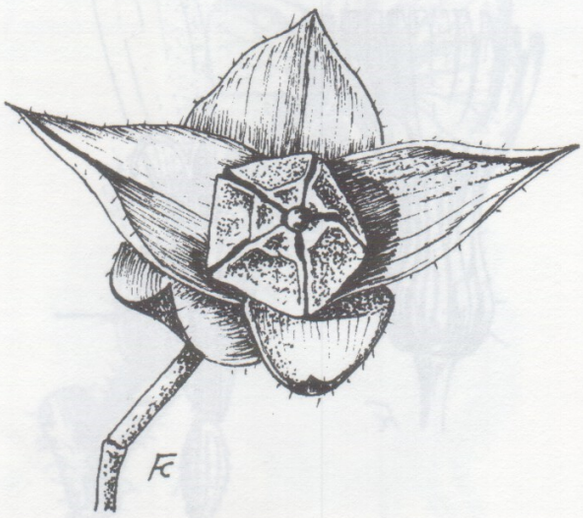
Azucena, *Lilium candidum* L.

Las piezas del cáliz tienen aspecto de pétalo. En la imagen son los tres tépalos externos (orig.).

Caedizo

Amapola, *Papaver rhoeas* L.

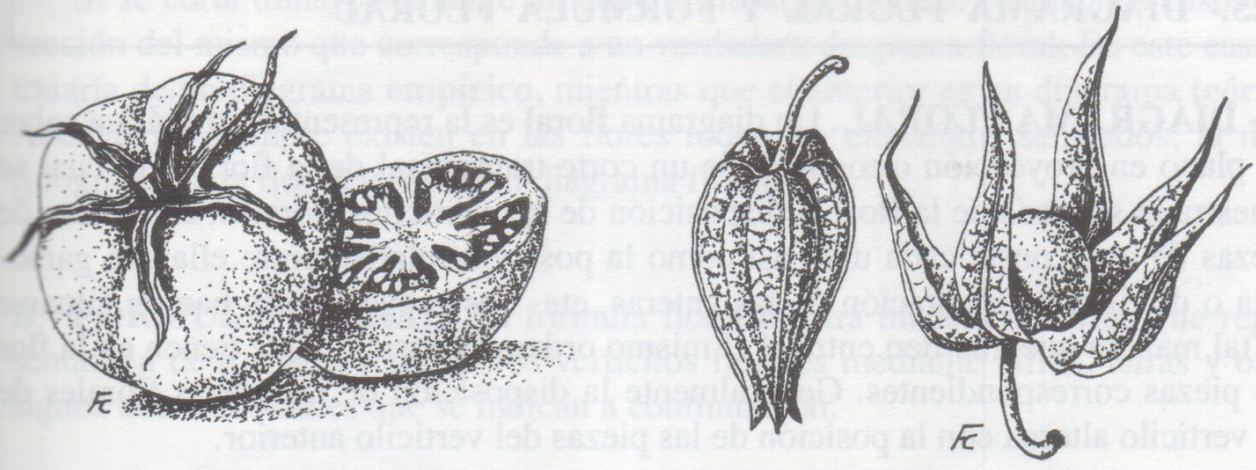
Se llama así al cáliz que se desprende después de la antesis, es decir, al abrirse la flor (orig.).



Marcescente

Jara, *Cistus salvifolius* L.

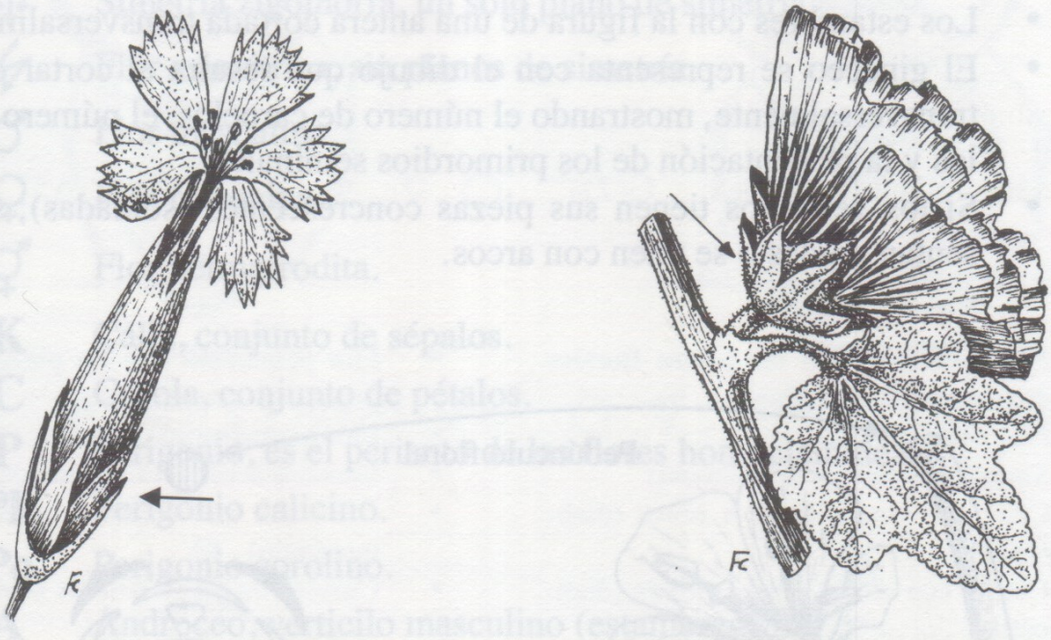
Se llama así el cáliz que no se desprende, se mantiene en el fruto pero se marchita (orig.).



Acrescente

Tomate, *Lycopersicum sculentum* Miller Alquequenje, *Physalis alkekengi* L.

En este caso el cáliz no sólo no cae, sino que acompaña al fruto y crece con él sin marchitarse (orig.).



Epicáliz o calículo

Clavel silvestre, *Dianthus lusitanus* Brot. Malva real, *Alcea rosea* L.

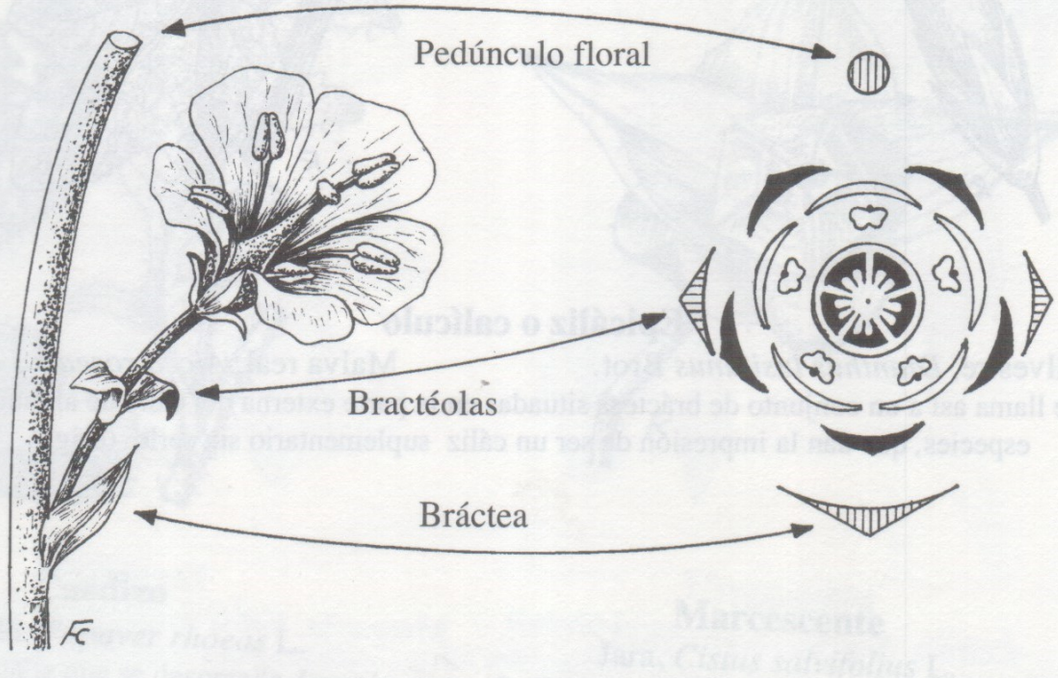
Se llama así a un conjunto de brácteas situadas en la parte externa del cáliz de algunas especies, que dan la impresión de ser un cáliz suplementario sin serlo. (orig.).

25.- DIAGRAMA FLORAL Y FÓRMULA FLORAL

A.- DIAGRAMA FLORAL. Un diagrama floral es la representación gráfica sobre un plano en proyección ortogonal, de un corte transversal de la flor, en el cual se muestra la simetría de la flor, la disposición de los verticilos florales, el número de piezas de que consta cada uno, así como la posición relativa entre ellas, la gamofilia o diafilia, la orientación de las anteras, etc. Las proyecciones han de situarse de tal manera que guarden entre sí el mismo orden de posición que tienen en la flor las piezas correspondientes. Generalmente la disposición de las piezas florales de un verticilo alterna con la posición de las piezas del verticilo anterior.

Para hacer un diagrama floral se utilizan los siguientes convencionalismos:

- Los verticilos se representan mediante circunferencias concéntricas.
- Los sépalos se representan con arcos en negro.
- Los pétalos con arcos en blanco.
- Los estambres con la figura de una antera cortada transversalmente.
- El gineceo se representa con el dibujo que resulta al cortar el ovario transversalmente, mostrando el número de carpelos, el número de lóculos y la placentación de los primordios seminales.
- Si los verticilos tienen sus piezas concrescentes (soldadas), se representan unidas o se unen con arcos.



Explicación gráfica de un diagrama floral (orig.).

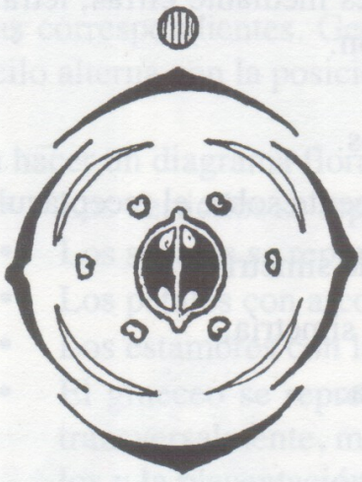
Si se corta transversalmente un capullo floral, se obtiene en muchos casos una sección del mismo que corresponde a un verdadero diagrama floral. En este caso se trataría de un diagrama **empírico**, mientras que el anterior es un diagrama **teórico**. Además no siempre existen en las flores todos los elementos señalados; la morfología de cada flor determina su diagrama floral.

B.- **FÓRMULA FLORAL**. La fórmula floral es otra manera abreviada de representación de los caracteres de los verticilos florales mediante cifras, letras y otros signos convencionales que se indican a continuación.

◯	Piezas florales dispuestas en verticilos.
֍	Piezas florales dispuestas helicoidalmente sobre el receptáculo.
✳	Simetría actinomorfa, varios planos de simetría.
•|•	Simetría zigomorfa, un solo plano de simetría.
ϟ	Flor asimétrica, sin planos de simetría.
♂	Flor masculina.
♀	Flor femenina.
⚥	Flor hermafrodita.
K	Cáliz, conjunto de sépalos.
C	Corola, conjunto de pétalos.
P	Perigonio, es el perianto de las flores homoclamídeas.
Pk	Perigonio calicino.
Pc	Perigonio corolino.
A	Androceo, verticilo masculino (estambres).
G	Gineceo, verticilo femenino (ovario) semiínfero.
$\underline{\mathbf{G}}$	Gineceo (ovario) súpero.
$\overline{\mathbf{G}}$	Gineceo (ovario) ínfero.
( )	Piezas de un mismo verticilo concrescentes (soldadas)
[ ]	Piezas de diferentes verticilos soldadas.
n°	Número determinado de piezas
∞	Número indeterminado, o muy numeroso, de piezas.

- Además de los símbolos anteriores, si existen varios verticilos de igual naturaleza, se unen con el signo de sumar.
- La cantidad de lóculos del gineceo se indica como **subíndice** del número de carpelos.
- El número de primordios seminales por cada lóculo se indica como **superíndice** del número de carpelos.

A continuación se muestran dos ejemplos de diagramas florales con sus respectivas fórmulas florales y la explicación de los símbolos.



○ ♀ ✳ K4 C4 A 2+4 $\underline{G}(2)_2^{\infty}$

Erysimum cheiri (L.) Crantz

- Flor tetrámera con las piezas florales dispuestas en verticilos
- Flor hermafrodita
- Simetría actinomorfa (bilateral)
- Cáliz con cuatro sépalos libres (dialisépalo)
- Corola con cuatro pétalos libres (dialipétala)
- Androceo con seis estambres libres dispuestos en dos verticilos 2+4
- Gineceo súpero sincárpico bicarpelar bilocular
- Placentación parietal marginal
- Numerosos primordios seminales por lóculo.

○ ♀ ✳ K(5) [C(5) A5] $G(5)_1^{\infty}$

Primula veris L.

- Flor pentámera con las piezas florales dispuestas en verticilos
- Flor hermafrodita
- Simetría actinomorfa (radiada)
- Cáliz con cinco sépalos soldados (gamosépalo)
- Corola con cinco pétalos soldados (gamopétala)
- Androceo con cinco estambres libres entre sí, pero insertos en la corola
- Gineceo semiínfero paracárpico pentacarpelar unilocular
- Placentación central
- Numerosos primordios seminales por lóculo.

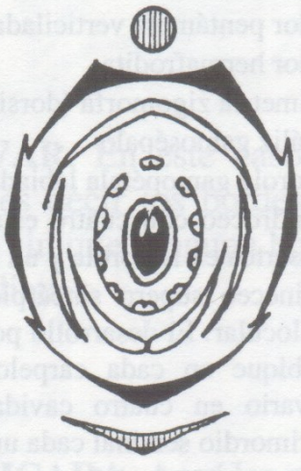
Seguidamente se ofrecen otros ejemplos con el fin de que el lector tenga la oportunidad de descifrar por sí solo las características florales de cada uno. No obstante se le indican después las características para que pueda superar las posibles dudas que le surjan. (Nota: En una misma familia puede haber muy diversos tipos)

○ ♀ ✳ Pk 3+3 A 3+3 $\underline{G}\,(3)_1^{\infty}$

Juncus acutus L.

○ ♀ ✳ Pc 3+3 A 3+3 $\underline{G}\,(3)_3^{\infty}$

Ornithogallum umbellatum L.

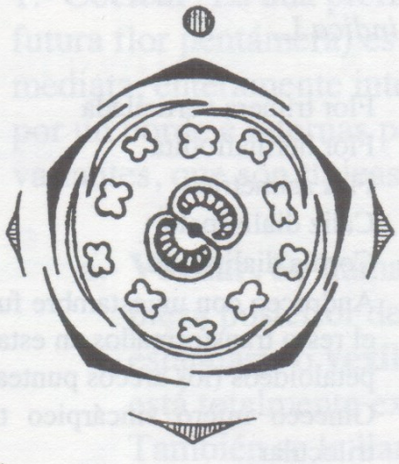


○ ♀ •|• K(5) C5 A(9)+1 $\underline{G}\,1_1^{\infty}$

Pisum sativum L.

○ ♀ •|• K(5) [C(5) A4] $\underline{G}(2)_2^{2}$

Phlomis purpurea L.



○ ♀ ✳ K5 C5 A10 G $(2)_2^{\infty}$

Saxifraga granulata L.

○ ♀ ϟ K3 C3 A 1 $\overline{G}$ $(3)_3^{\infty}$

Canna indica L.

Ejemplos de diagramas florales. (Adaptado de J. Izco y col.).

Juncus acutus L.

- Flor trímera verticilada
- Flor hermafrodita
- Simetría actinomorfa (radiada)
- Perigonio calicino
- Androceo con seis estambres libres dispuestos en dos verticilos
- Gineceo súpero paracárpico tricarpelar unilocular
- Placentación parietal marginal
- Numerosos primordios seminales

Pissum sativum L.

- Flor pentámera verticilada
- Flor hermafrodita
- Simetría zigomorfa (dorsiventral)
- Cáliz gamosépalo
- Corola dialipétala
- Androceo diadelfo 9 soldados y 1 libre
- Gineceo súpero monocarpelar unilocular
- Placentación parietal marginal
- Numerosos primordios seminales

Saxifraga granulata L.

- Flor pentámera verticilada
- Flor hermafrodita
- Simetría actinomorfa (radiada). Si consideramos el gineceo, la simetría es zigomorfa con un plano de simetría oblicuo
- Cáliz dialisépalo
- Corola dialipétala
- Androceo con diez estambres libres
- Gineceo semiínfero sincárpico bicarpelar bilocular
- Placentación axial
- Numerosos primordios seminales

Ornithogallum umbellatum L.

- Flor trímera verticilada
- Flor hermafrodita
- Simetría actinomorfa (radiada)
- Perigonio corolino
- Androceo con seis estambres libres dispuestos en dos verticilos
- Gineceo súpero sincárpico tricarpelar trilocular
- Placentación axial
- Numerosos primordios seminales

Phlomis purpurea L.

- Flor pentámera verticilada
- Flor hermafrodita
- Simetría zigomorfa (dorsiventral)
- Cáliz gamosépalo
- Corola gamopétala labiada
- Androceo con cuatro estambres libres insertos en la corola y un aborto
- Gineceo súpero sincárpico bicarpelar bilocular. El desarrollo posterior de un tabique en cada carpelo delimita al ovario en cuatro cavidades con un primordio seminal cada una.
- Placentación axial
- Dos primordios seminales por lóculo.

Canna indica L.

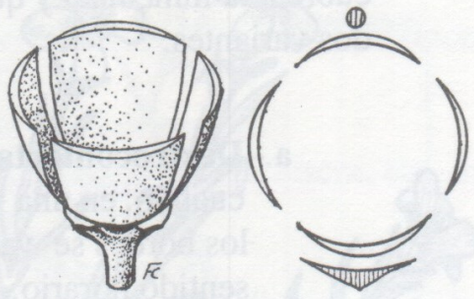
- Flor trímera verticilada
- Flor hermafrodita
- Flor asimétrica
- Cáliz dialisépalo
- Corola dialipétala
- Androceo con un estambre funcional y el resto transformados en estaminodios petaloideos (los arccos punteados)
- Gineceo ínfero sincárpico tricarpelar trilocular
- Placentación axial
- Numerosos primordios seminales

26.- TIPOS DE PREFLORACIÓN O ESTIVACIÓN

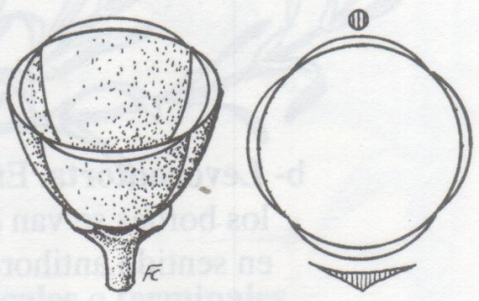
La **prefloración** es la manera de disponerse las futuras piezas florales en las yemas **floríferas** unas con respecto a otras. Nos referimos a la posición relativa de sus márgenes, y no de todas las piezas de la yema.

A continuación se describen los principales tipos.

A.- **ABIERTA**. En este tipo de prefloración las distintas piezas no llegan a solaparse ni siquiera a tocarse por sus bordes.



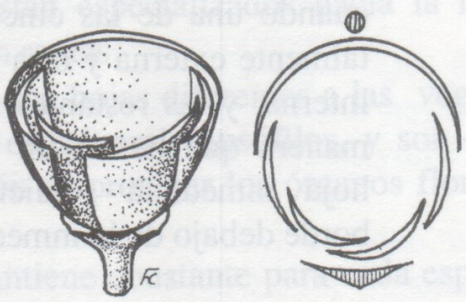
B.- **VALVAR**. En este caso hay contigüidad marginal, es decir los bordes de las piezas se tocan pero sin que ninguna hoja monte sobre la hoja inmediata.



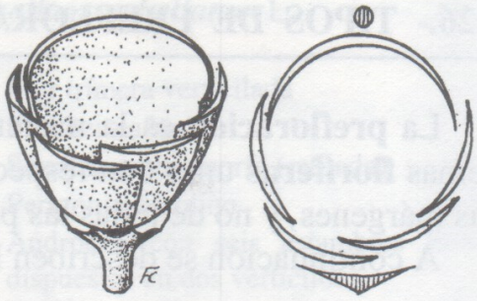
C.- **IMBRICADA**. Aquí las piezas se solapan unas con otras como las tejas de un tejado. Este tipo es muy complejo existiendo varias modalidades:

- 1.- **Coclear**. Es una prefloración imbricada en la cual una pieza (de una futura flor pentámera) es completamente externa y otra, que no sea la inmediata, enteramente interna, las otras tres restantes se muestran externas por un borde e internas por el otro. A su vez puede presentar dos variantes, que son típicas de las leguminosas:

  a.- **Vexilar.** Se llama así cuando la pieza posterior de la yema (el estandarte o **vexilo**) es la que está totalmente externa. También se le llama "coclear descendente".

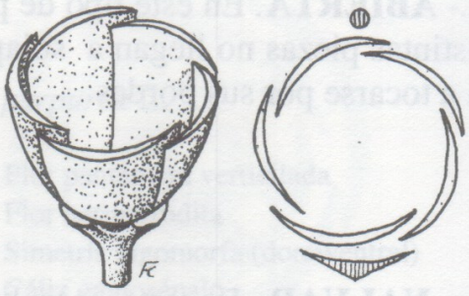


b.- **Carinal**. En este caso es una de las piezas de la quilla o **carina** la que es totalmente externa. También se llama "coclear ascendente".

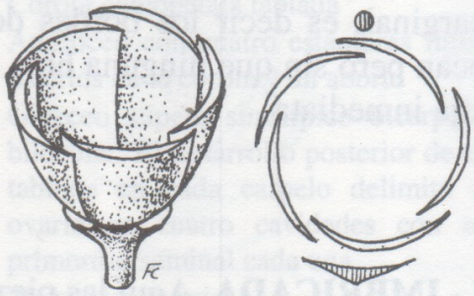


- 2.- **Contorta.** Es el tipo de prefloración imbricada en que cada pieza cubre a la inmediata y queda cubierta por la precedente. También presenta dos variantes:

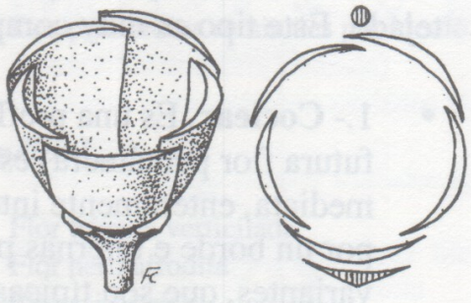
a.- **Dextrocontorta**. Se llama así cuando, en una vista frontal, los bordes se van cubriendo en sentido horario.



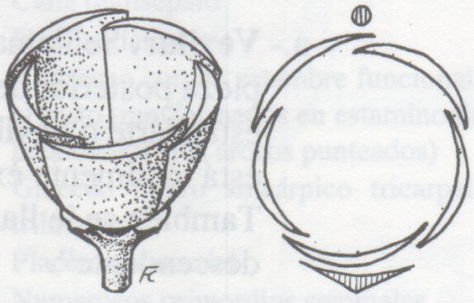
b- **Levocontorta**. En este caso los bordes se van cubriendo en sentido antihorario.



- 3.- **Quincuncial**. Se llama así cuando, considerando cinco piezas, se disponen así: dos son totalmente externas, otras dos totalmente internas y la quinta tiene un borde interno y el otro exerno.



- 4.- **Imbricada.** Se aplica este término cuando una de las cinco piezas es totalmente externa y otra completamente interna; y las restantes se disponen de manera que tienen un borde sobre la hoja inmediata siguiente y el otro borde debajo de la inmediata anterior.



Diversos tipos de prefloración o estivación (orig.).

27.- DISPOSICIÓN DE LAS FLORES EN LA PLANTA

Las flores se disponen en las plantas de dos maneras fundamentalmente:

A.- **AISLADAS**. Se les llama así a las flores cuando aparecen solitarias y distribuidas al azar en la planta, pudiendo ocupar las siguientes posiciones:

Axilares
Las flores se sitúan en la axila que forma el eje vegetativo y las hojas.

Apicales o **terminales**
Se les llama así cuando las flores se sitúan en los extremos de los ejes primarios, secundarios o de cualquier orden.

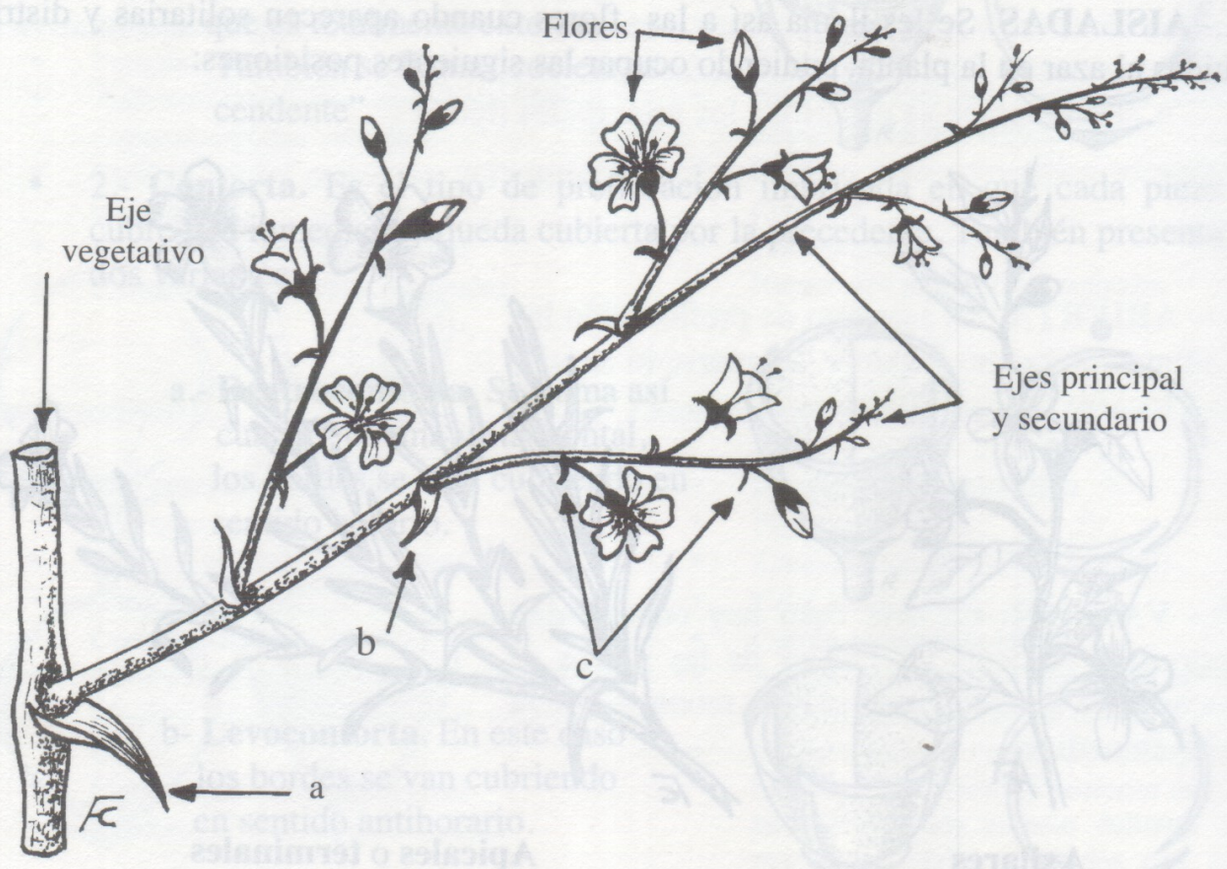
Ejemplos de flores aisladas (orig.).

B.- **AGRUPADAS**. En este caso las flores aparecen reunidas y distribuidas regularmente constituyendo lo que se llama una **inflorescencia**.

1. **Características de una inflorescencia**.
   - Son porciones de tallo con crecimiento más o menos limitado.
   - Fundamentalmente estos tallos están especializados hacia la reproducción, cuyas yemas producen ramas.
   - Estas ramas forman brácteas, que son hojas diferentes a las vegetativas (**nomófilos**); se les llama en general **hipsófilos,** y son de morfología más simple. Su función es proteger los órganos florales; y, por supuesto, forman flores.
   - Cada tipo de inflorescencia se mantiene constante para cada especie.

2. Estructura de una inflorescencia tipo.

Una inflorescencia típica presenta la siguiente estructura.



Ramita representando la estructura de una inflorescencia. Las categorías decrecientes de las brácteas son: (a) bráctea madre de la inflorescencia; (b) bráctea madre de un eje secundario; (c) bractéolas florales (orig.).

3. Consideraciones generales sobre las inflorescencias.

Antes de introducirnos de lleno en los tipos de inflorescencia es conveniente aclarar algunos términos relacionados con las mismas.

a.- **Inflorescencias abiertas**. Se les da este nombre a las inflorescencias cuando cumplen las siguientes características:

- Los ejes carecen de flores apicales (o aparecen tardíamente).
- Todas las flores son laterales.
- El crecimiento de la inflorescencia es casi ilimitado.
- La secuenacia de floración es **acrópeta** (ascendente) o **centrípeta** (de fuera hacia dentro), según el tipo de inflorescencia.
- El tipo de ramificación es monopódica.

b.- **Inflorescencias cerradas.** En este caso las características que deben cumplir son:

- Los ejes terminan con una flor apical.
- Todas las flores son apicales.
- El crecimiento de la inflorescencia es limitado por acabar en flor.
- La secuencia de floración es **acrófuga** (descendente) o **centrífuga** (de dentro hacia fuera), según el tipo de inflorescencia.
- El tipo de ramificación es simpódica.

c.- **Inflorescencias simples o sencillas**. Se les llama así cuando:

- Sólo tiene ramificaciones de primer orden y esas ramas producen una sola flor.

d.- **Inflorescencias complejas.** Reciben este nombre cuando:

- El eje principal produce ramas de primer, segundo, tercer, etc. orden, provistas de flores.

4. Tipos de inflorescencias.

Para tipificar las inflorescencias se va a utilizar el sistema de ramificación de sus ejes; por tanto trataremos en primer lugar las inflorescencias abiertas, luego las cerradas y acabaremos con las condensadas, teniendo como hilo conductor el siguiente cuadro sinóptico.

A.- Inflorescencias abiertas o racemosas
- **1.- Simples**
  - **a.- Con flores pediceladas**
  - **b.- Con flores sésiles**
- **2.- Complejas**
  - **a.- Dobles**
  - **b.- Múltiples**

B.- Inflorescencias cerradas o cimosas
- **1.- Simples**
- **2.- Complejas**

C.- Inflorescencias mixtas, abiertas con cerradas

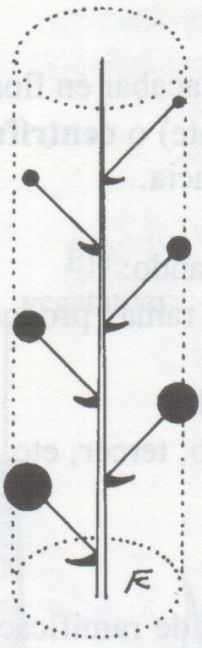
D.- Inflorescencias condensadas

E.- Pseudantos

A continuación se representan de forma esquemática los principales tipos de inflorescencias. En dichos esquemas se representan las flores con círculos negros de tamaño decreciente según el orden de floración, correspondiendo los mayores a las primeras que florecen.

La forma de una inflorescencia puede corresponder a un cilindro, un cono, un casquete esférico cóncavo o convexo, un plano, etc., depende del mayor o menor desarrollo de unos ejes con respecto a otros.

Inflorescencias abiertas simples, con flores pediceladas

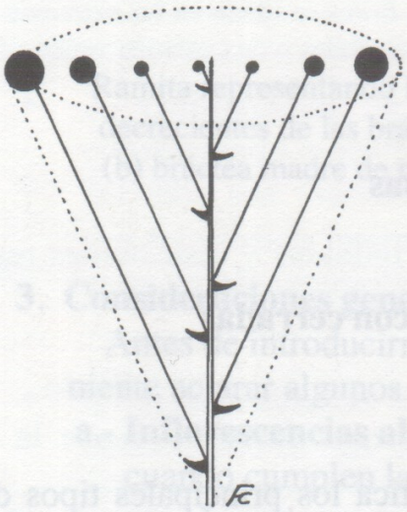


Racimo

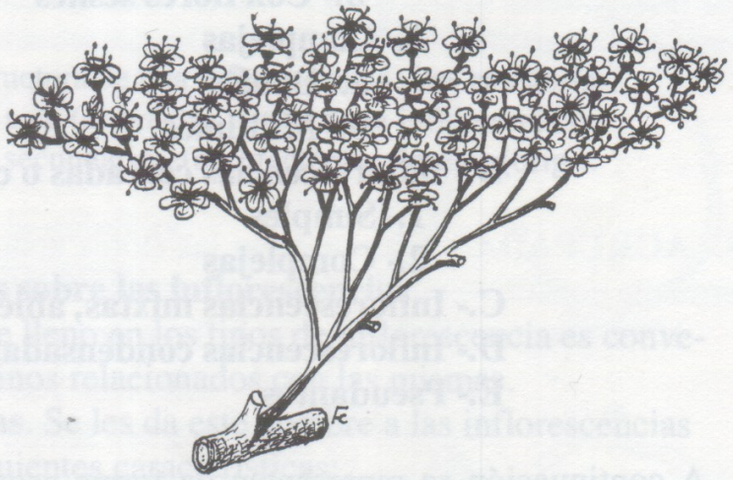
Dedalera, *Digitalls purpurea* L.

Penitentes, *Muscari comosum* (L.) Miller

Inflorescencia cilíndrica o cónica, de cuyo eje brotan flores sobre pedicelos simples con un desarrollo similar. Ej.: En *Brassicaceae, Poaceae, Liliaceae*, etc. (orig.).

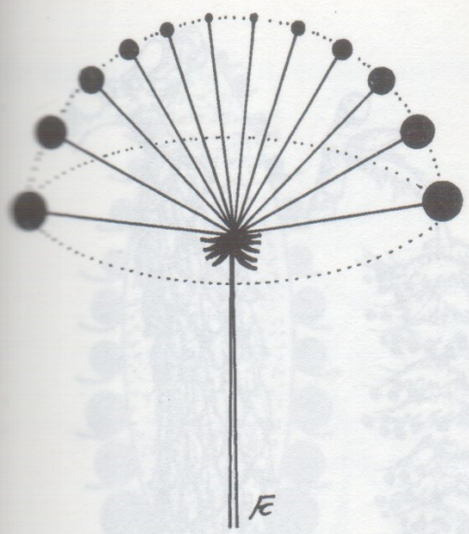


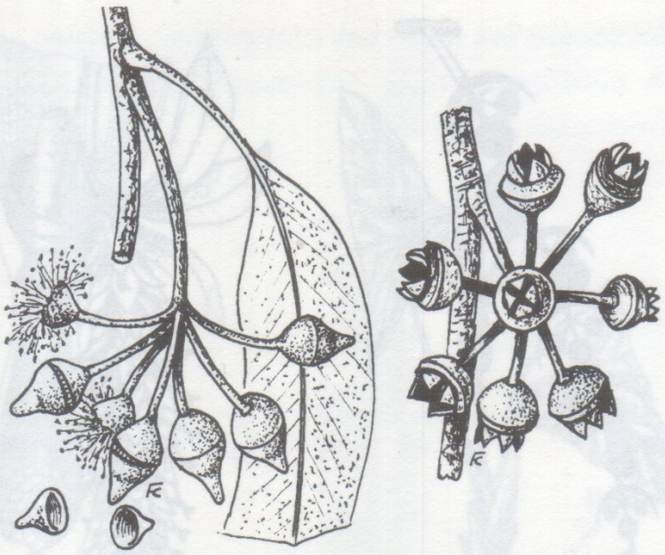
Corimbo



Saúco, *Sambucus nigra* L.

Inflorescencia cuyas flores nacen de distinto punto y llegan aproximadamente al mismo nivel, constituyendo una superficie floral circular plana, cóncava o convexa. En la imagen de la derecha se han suprimido algunos ejes. Ej.: *Sambucus, Helleborus, Sorbus, Crataegus*, numerosas especies de *Viburnum*, etc. (orig.).

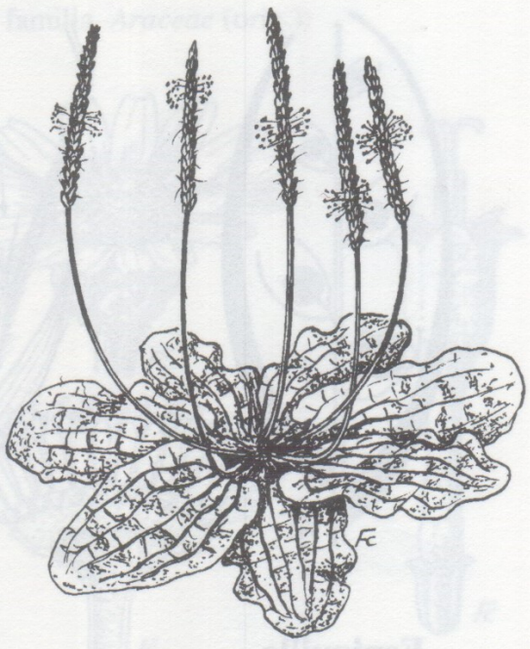




Umbela Eucalipto, *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh.

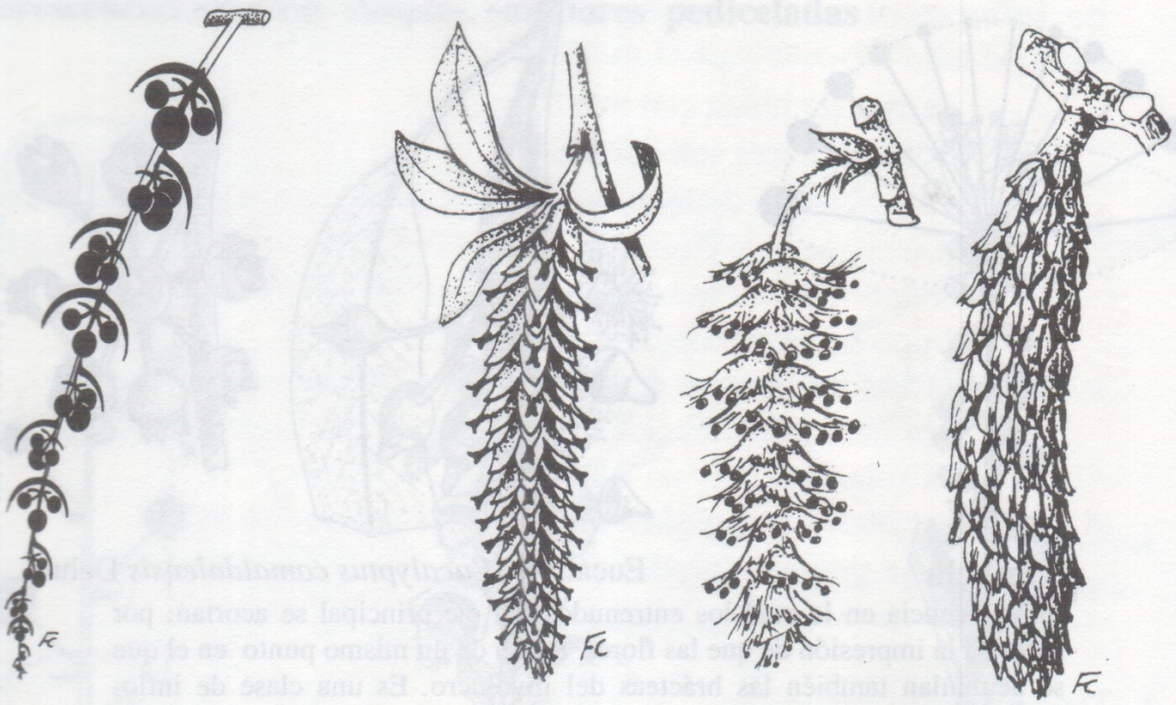
Inflorescencia en la cual los entrenudos del eje principal se acortan; por tanto da la impresión de que las flores nacen de un mismo punto en el que se acumulan también las brácteas del involucro. Es una clase de inflorescencia típica de la familia *Apiaceae*, sobre todo las inflorescencias complejas. Otros ejemplos: *Hedera*, *Allium*, *Eryngium*, (orig.).

Inflorescencias abiertas simples, con flores sésiles



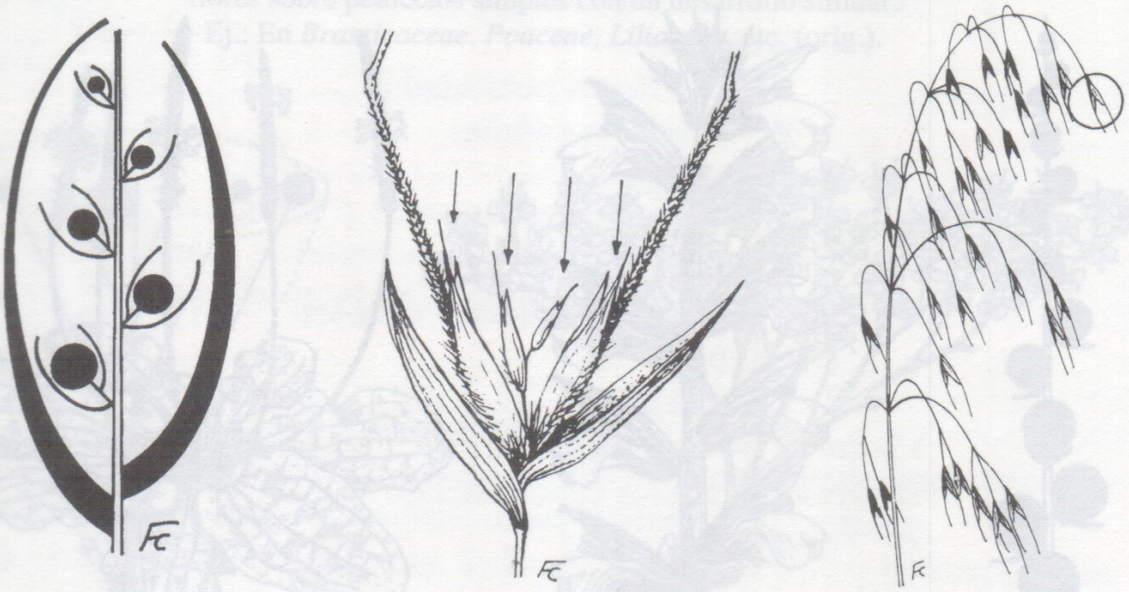
Espiga Acanto, *Acanthus mollis* L. Llantén mayor, *Plantago major* L.

Inflorescencia cilíndrica, con muchas flores sin pedicelo o casi inexistente. En la imagen central se han suprimido varias flores para mayor claridad. Existen abundantes ejemplos en *Plantaginaceae*, *Verbenaceae*, *Orchidaceae*, etc. Las clásicas "espigas" de los cereales no pertenecen a esta inflorescencia, ya que son compuestas (espigas de espiguillas, racimos de racimos, etc.) (orig.).



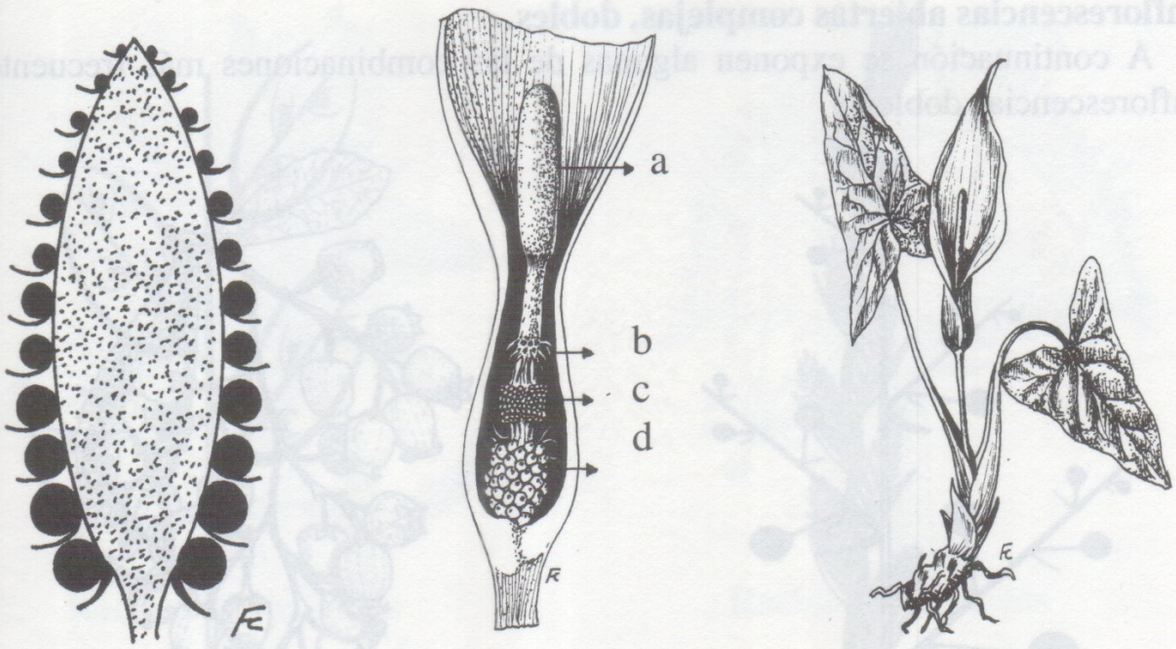
Amento *Salix babylonica* L. *Populus alba* L. *Juglans regia* L.

Esta inflorescencia es un racimo denso con el eje flexible y, por lo general, colgante, formada por dicasios trifloros contraídos de flores unisexuales aclamídeas e inconspicuas. Abundan en *Fagaceae, Betulaceae, Salicaceae*, etc. (orig.).



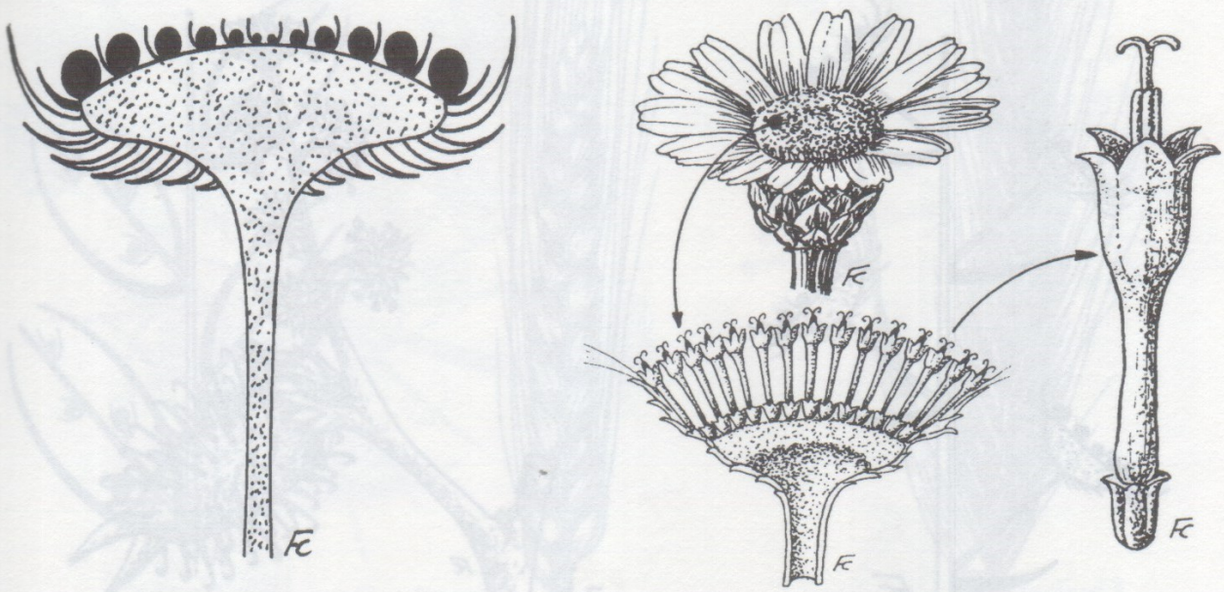
Espiguilla Avena loca, *Avena sterilis* L.

Inflorescencia con flores hermafroditas aclamídeas protegidas por brácteas estériles. Pose pocas flores y están colocadas dísticamente. Es la inflorescencia elemental de las gramíneas en las cuales se agrupan para formar inflorescencias compuestas muy variadas, espigas, panículas etc. La imagen central representa una espiguilla con cuatro flores en distinto grado de maduración. En el Apartado 20 se trató con detalle la estructura y terminología de estas flores (orig.).



Espádice Aro, *Arum italicum* Miller

En esta inflorescencia el eje es carnoso y grueso con flores unisexuales inconspicuas en diferente zona. Suele estar protegida por una bráctea coloreada llamada **espata.** En la imagen central detalle de la espata seccionada: (a) maza estéril; (b) flores estériles; (c) flores masculinas fértiles; (d) flores femeninas fértiles. Ej.: familia *Araceae* (orig.).

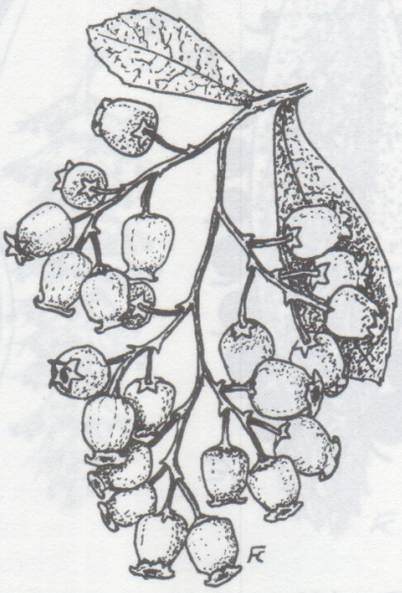


Capítulo Mirabeles, *Chrysanthemun coronarium* L.

Inflorescencia cuyas flores se disponen sobre un receptáculo corto muy ensanchado constituyendo una plataforma circular plana, convexa o cóncava. A esta inflorescencia se la suele llamar también **cabezuela**. Es típica de *Asteraceae* y *Dipsacaceae*. (orig.).

Inflorescencias abiertas complejas, dobles.

A continuación se exponen algunas de las combinaciones más frecuentes de inflorescencias dobles.



Racimo de racimos Madroño, *Arbutus unedo* L.

Este tipo de inflorescencia recibe también el nombre de **panícula**; aunque este término se aplica sobre todo a las de mayor complejidad. Es bastante frecuente. Ej.; *Vitis, Schinus, Fraxinus*, etc. (orig.).

Racimo de capítulos Codillo común, *Xanthium strumarium* L.

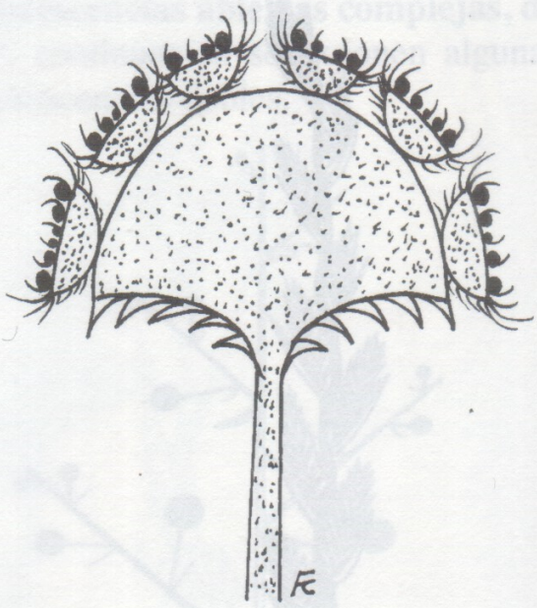
En la imagen de la derecha se muestra el racimo de capítulos terminales, constituido por flores masculinas; Este racimo terminal se sitúa por encima del lugar que ocupan las flores femeninas. (orig.).

Racimo de espiguillas Gran ray-gras, *Lolium multiflorum* Lam.

Este tipo de inflorescencia se le suele denominar habitualmente como **espiga laxa**, cuando se trata de la familia *Poaceae* (orig.).

Espiga de espiguillas Trigo, *Triticum vulgare* L. Cebada silvestre *Hordeum marinum* Hudson

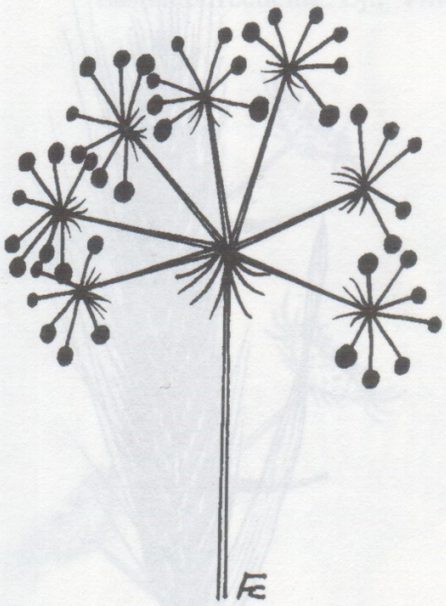
Igualmente que en el caso anterior, a este tipo de inflorescencias se les llama también, comúnmente, **espiga densa** (orig.).



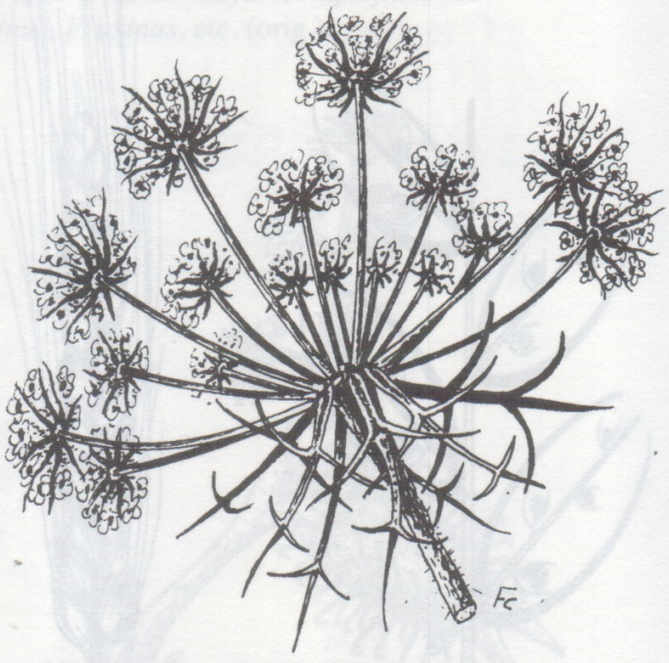
Capítulo de capítulos

Edelweis, *Leontopodium alpinum* Cass.

En la imagen de la derecha está la representante más típica de la flora alpina, siendo símbolo del ambiente puro de las montañas. El aspecto lanoso se debe a la profusión de tricomas que produce para defenderse de la desecación y las bajas temperaturas (orig.).



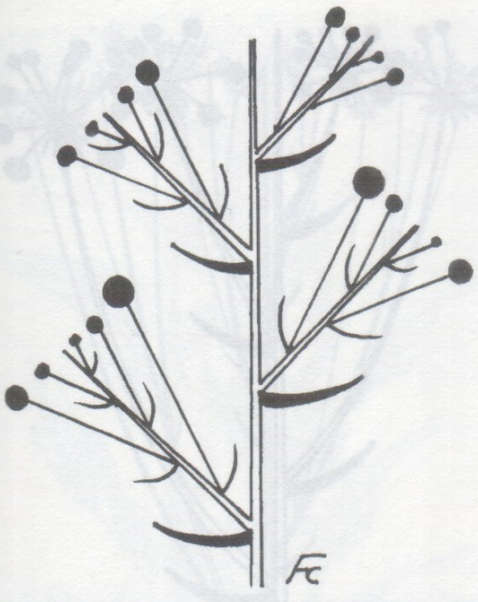
Umbela de umbelas



Enredo, *Daucus carota* L.

Este tipo de inflorescencia compuesta es típica en la familia *Apiaceae*, en la cual hay abundantes ejemplos, pero no es exclusiva de ella (orig.).

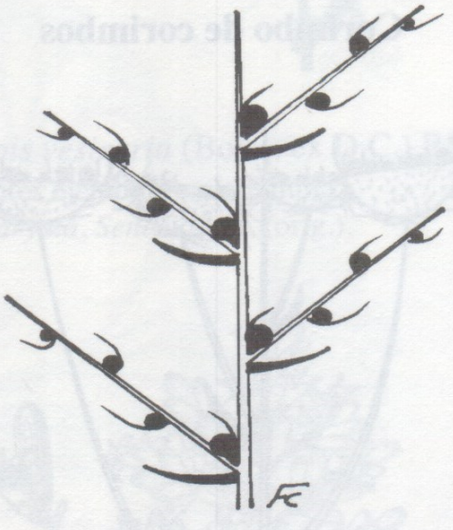
Otros tipos de inflorescencias abiertas complejas, dobles, son los que siguen, aunque son más teóricas que reales.



Racimo de corimbos

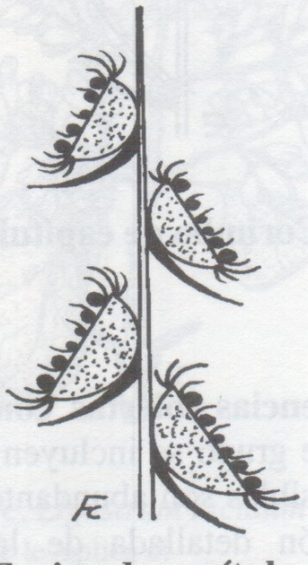
Racimo de umbelas

Racimo de espigas

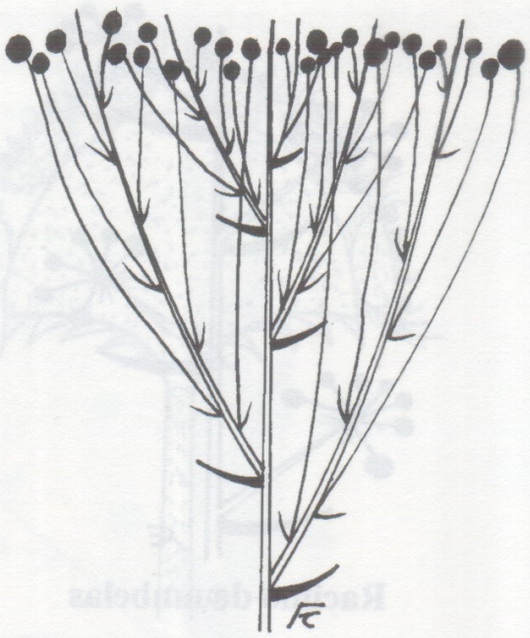


Espiga de espigas

Espiga de umbelas

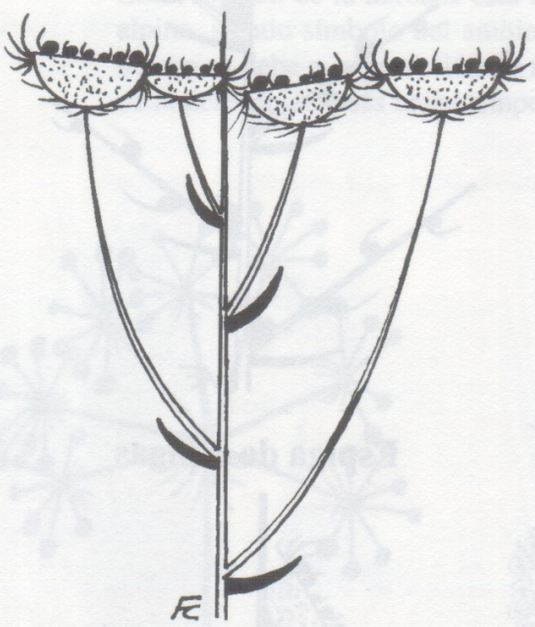


Espiga de capítulos

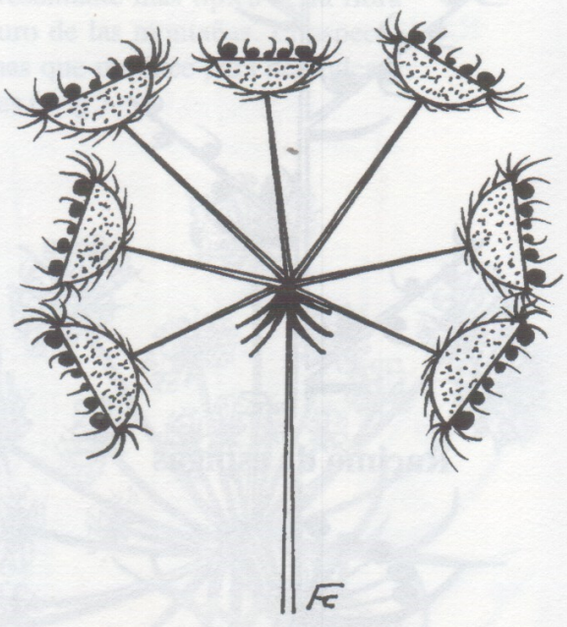


Corimbo de corimbos

Corimbo de umbelas



Corimbo de capítulos



Umbela de capítulos

Inflorescencias abiertas complejas, múltiples.

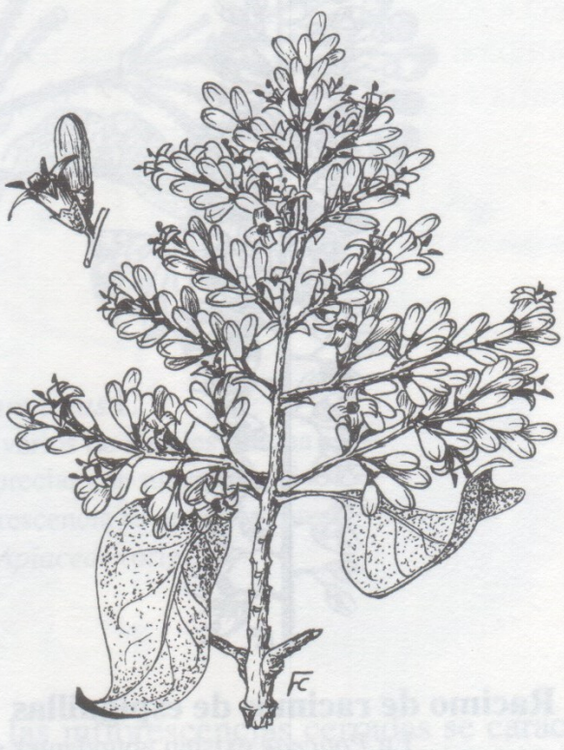
En este grupo se incluyen inflorescencias triples cuádruples, etc. Las combinaciones posibles son abundantes. Sólo representamos unas pocas como ejemplo. La observación detallada de la naturaleza y la imaginación del lector pueden proporcionarle otras opciones posibles.

Corimbo de corimbos de capítulos *Crepis vesicaria* (Boiss. ex D.C.) P.D. Sell

De estas inflorescencias existen abundantes ejemplos en la familia *Asteraceae*, sobre todo en los géneros *Andryala*, *Senecio*, etc. (orig.).

Racimo de racimos de racimos Aligustre, *Ligustrum lucidum* Aiton fil.

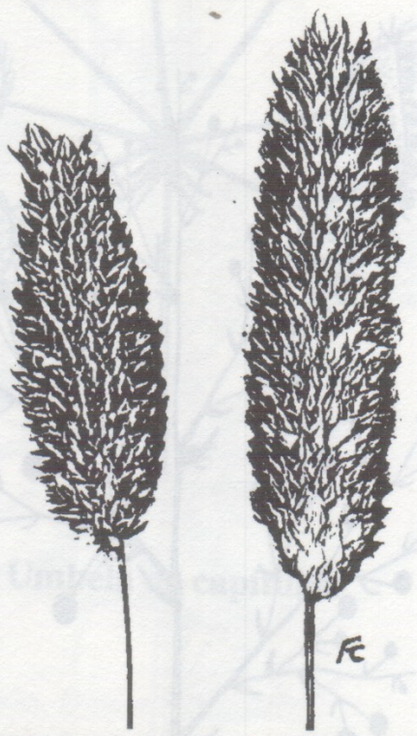
A este tipo de inflorescencia es al que se le aplica el verdadero concepto de **panícula** (orig.).



Racimo de racimos de espiguillas

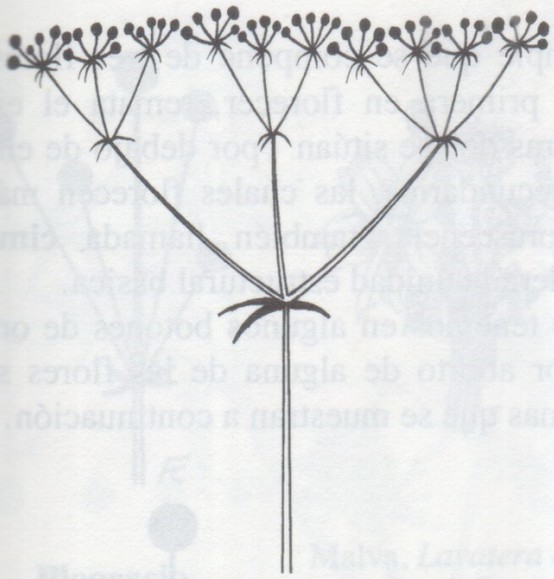
Avena, *Avena sativa* L. (Panícula laxa)

Racimo de racimos de espiguillas

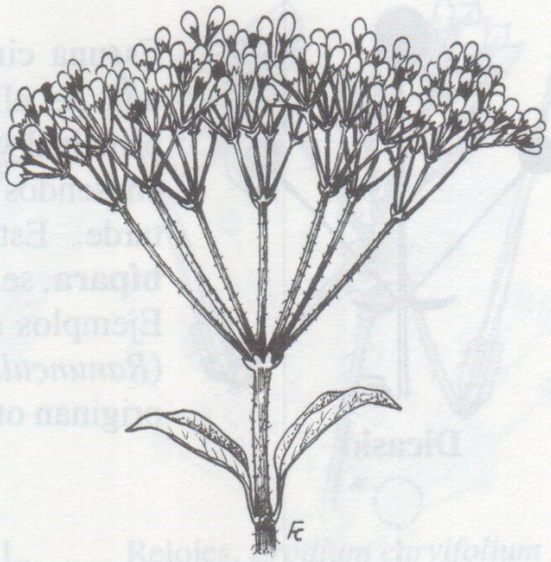


Phalaris paradoxa L. (Panícula densa)

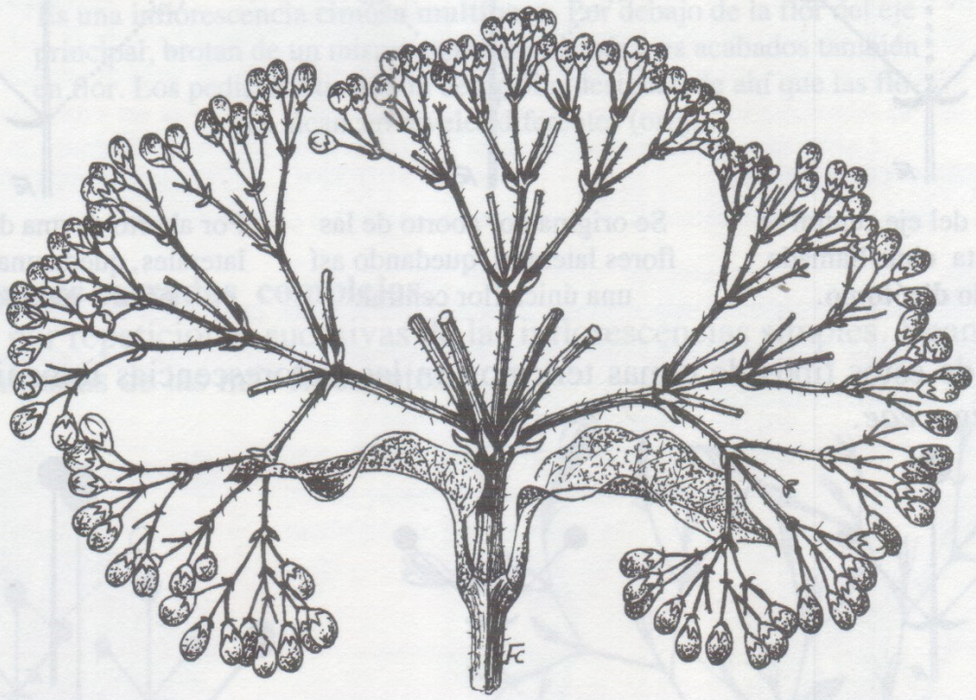
En *Poaceae* existen abundantes ejemplos de estos racimos que como se dijo antes, son las verdaderas panículas. Las imágenes superiores representan **panículas laxas**; las imágenes inferiores representan **panículas densas.** Unas y otras se diferencian por el mayor o menor desarrollo de los ejes secundarios de la inflorescencia (orig.).



Umbela de umbelas de umbélulas



Durillo, *Viburnum tinus* L.

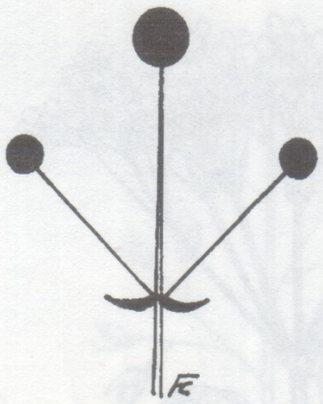


Durillo, *Viburnum tinus* L.

En esta imagen se han suprimido varios de los ejes y se ha extendido la inflorescencia para apreciar con mayor claridad su complejidad. Este tipo de inflorescencia es también muy abundante en la familia *Apiaceae* (orig.).

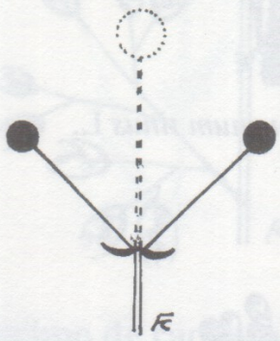
Inflorescencias cerradas simples.

Como se ha dicho en páginas anteriores, las inflorescencias cerradas se caracterizan, entre otras cosas, porque sus ejes terminan en flor, con lo cual su crecimiento es limitado. La floración es **centrífuga** o **acrófuga**. A continuación se representan de forma esquemática los tipos más frecuentes.

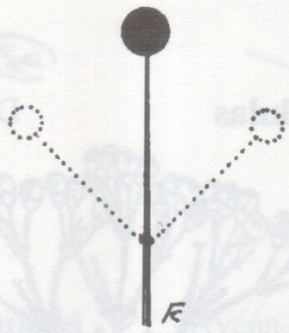


Dicasio

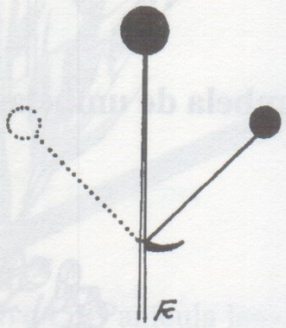
Es una cima simple que se compone de tres flores: una de ellas, la primera en florecer, remata el eje principal y las otras dos se sitúan por debajo de ella en sendos ejes secundarios, las cuales florecen más tarde. Esta inflorescencia, también llamada **cima bípara**, se considera la unidad estructural básica.
Ejemplos de ello tenemos en algunos botones de oro (*Ranunculus*). Por aborto de alguna de las flores se originan otras cimas que se muestran a continuación.



Por aborto del eje central se origina esta cima llamada **dicasio dicótomo.**

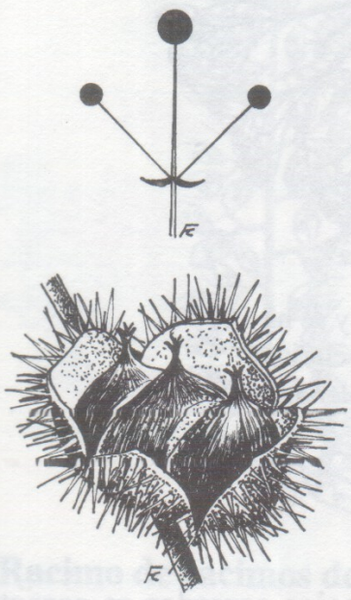


Se origina por aborto de las flores laterales, quedando así una única flor central.

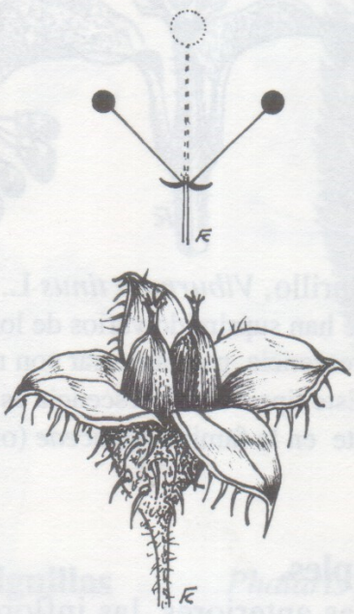


Por aborto de una de las flores laterales, queda una **cima unípara** o **monocasio.**

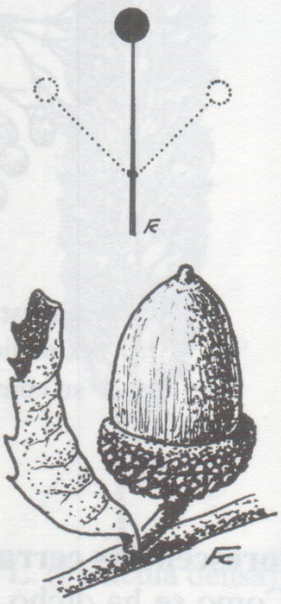
Ejemplos de estos tipos de cimas tenemos en las inflorescencias femeninas de la familia *Fagaceae*.



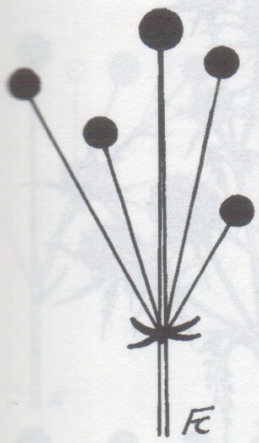
Castanea sativa Miller
Dicasio. Las tres flores de la inflorescencia dan otras tantas castañas envueltas por la cúpula (orig.).



Fagus sylvatica L.
Ejemplo de **dicasio dicótomo**. Al abortar el eje central, los dos laterales dan dos hayucos envueltos por la cúpula (orig.).

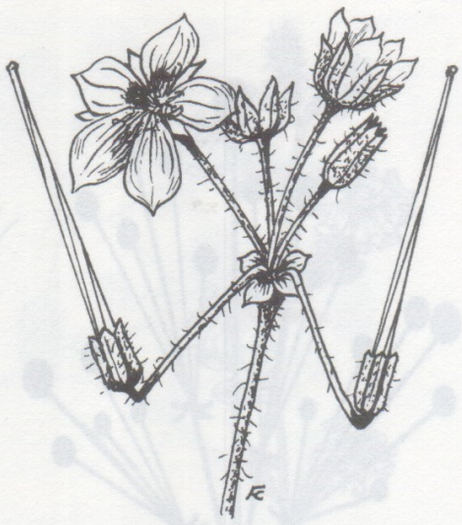


Quercus suber L.
En este acaso la cúpula encierra una única bellota procedente de la flor central, ya que las laterales abortan (orig.).



Pleocasio

Malva, *Lavatera cretica* L.

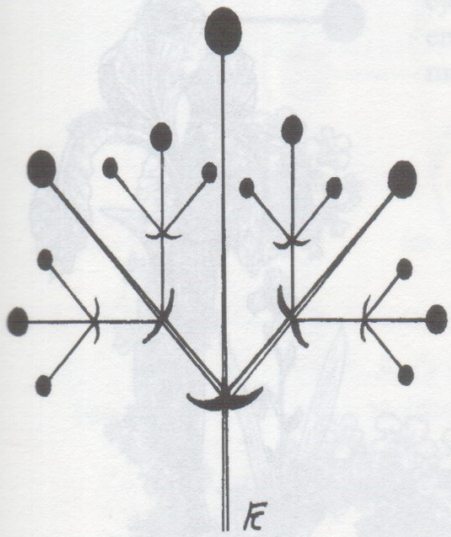


Relojes, *Erodium carvifolium* Boiss. & Reuter

Es una inflorescencia **cimosa multípara**. Por debajo de la flor del eje principal, brotan de un mismo punto tres o más ejes acabados también en flor. Los pedicelos tienen un desarrollo desigual, de ahí que las flores alcancen niveles diferentes (orig.).

Inflorescencias cerradas complejas.

Se forman por repeticiones sucesivas de las inflorescencias simples. Veamos a continuación algunas de las más frecuentes.



Dicasio compuesto

Jazmín blanco, *Jasminum officinale* L.

En la imagen derecha la mayoría de las corolas se han desprendido ya, quedando las flores más jóvenes en los extremos de la inflorescencia.
Ej.: en las familias *Gentianaceae*, *Caryophyllaceae*, etc. (orig.).

Pleocasio compuesto Cardo corredor, *Eryngium campestre* L.

En la derecha, pleocasio compuesto con umbelas capituliformes (orig.).

Como se ha dicho antes, el aborto de una de las ramas laterales del dicasio lleva al monocasio o cima unípara, que da lugar a diversas inflorescencias compuestas que se muestran a continuación.

Ripidio Gladiolo, *Gladiolus italicus* L. Lirio, *Iris germanica* L.

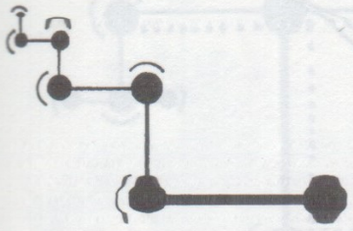
Todas las flores se sitúan en el mismo plano. La atrofia de los ejes se produce alternativamente a izquierda y derecha. A esta inflorescencia se la conoce con el nombre de **cima unípara helicoide** (orig.).

Drepanio

Juncus bufonius L.

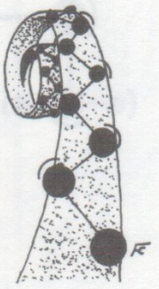
Silene colorata Poiret

Las flores se sitúan en el mismo plano. La secuencia de formación de flores sigue siempre la misma dirección ya que la atrofia de los ejes se produce siempre en el mismo lado, configurando una estructura escorpioide, de ahí el nombre con el que se la conoce **Cima unípara escorpioide** (orig.).



Cíncino

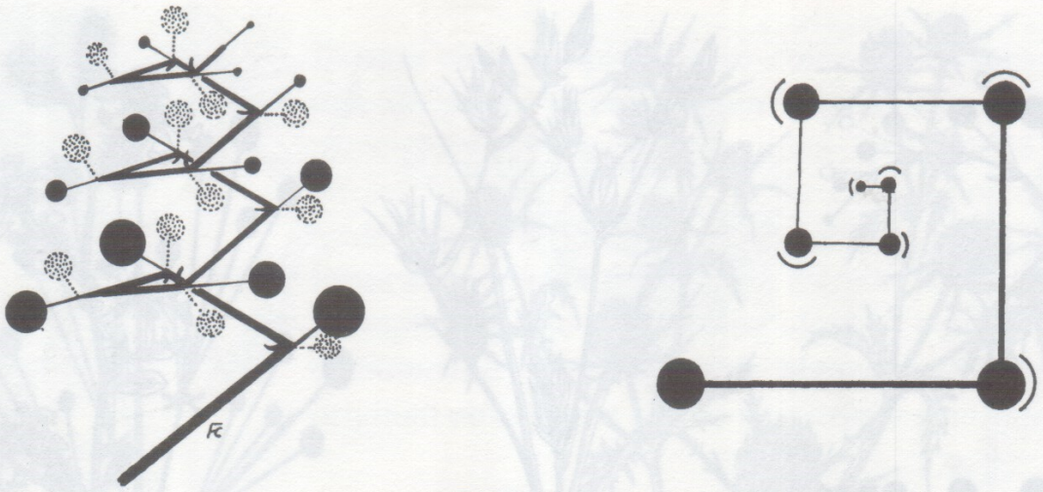
Proviene de un dicasio compuesto y deriva de una cima unípara que diseña un zig-zag en el plano horizontal y una estructura escorpioidea en el plano vertical debido al aborto alternativo de los ejes. Cada pareja de ejes se desarrolla en un plano perpendicular al plano formado por la pareja anterior.



Heliotropio, *Heliotropium europaeum* L.

Viborera, *Echium plantagineum* L.

En *Boraginaceae* abundan los ejemplos de esta inflorescencia (orig.).

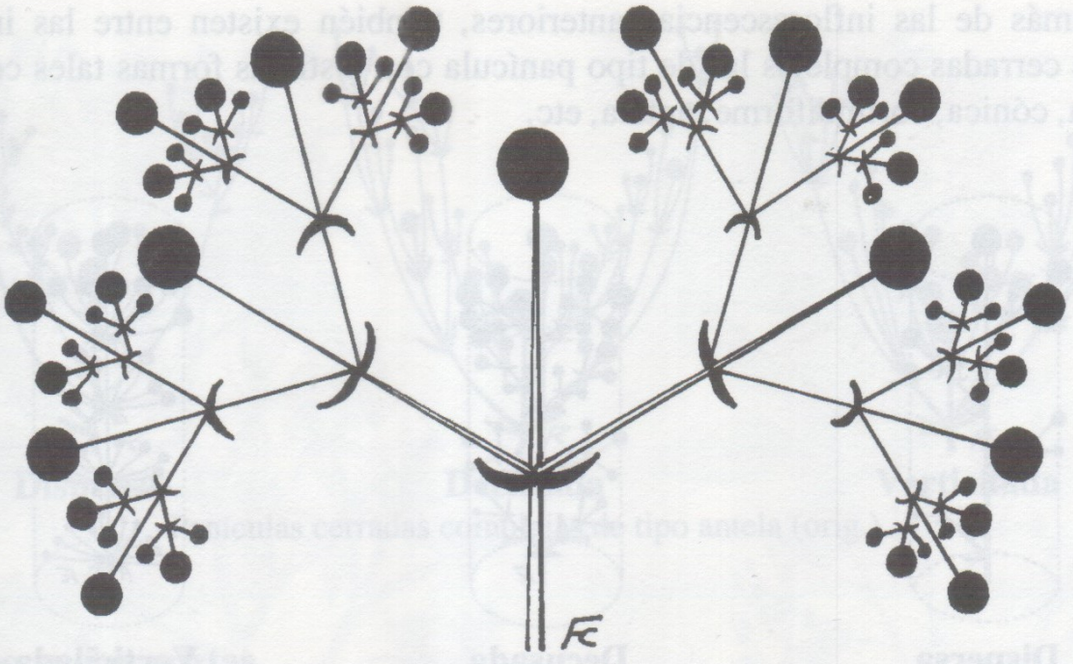


Bóstrix

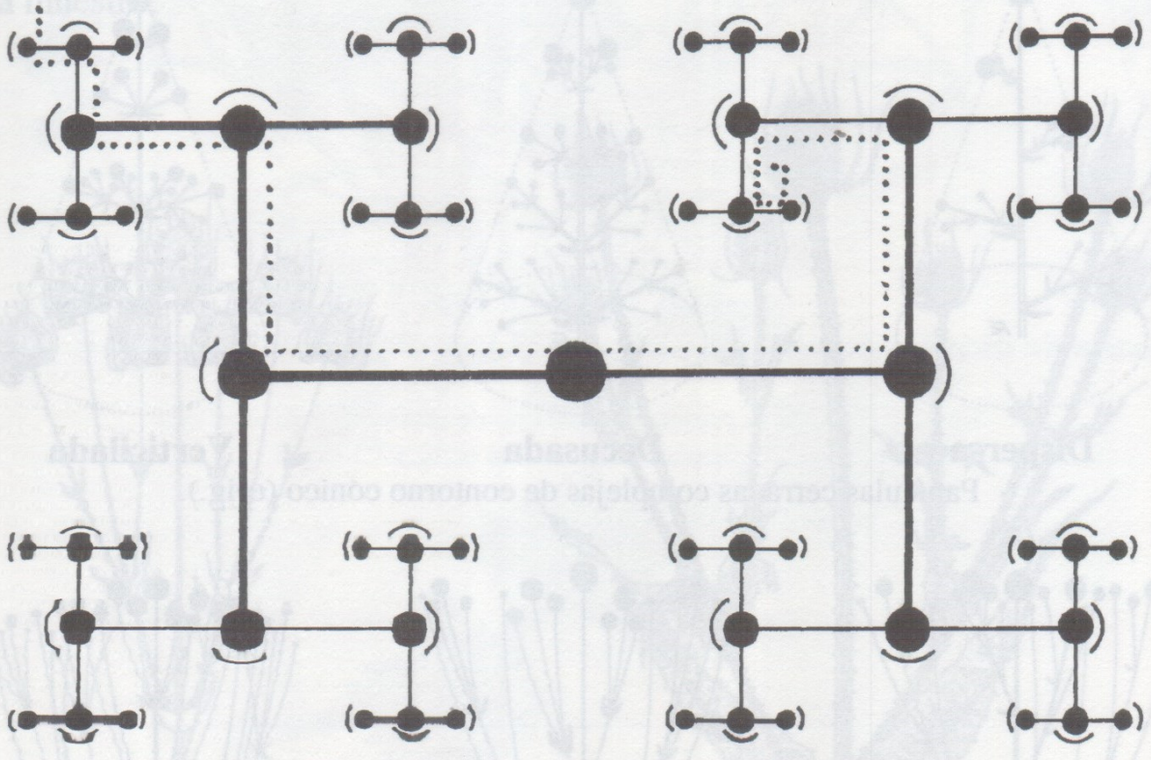
Hemerocallis middendorffii Trautv. & C. A. Mey.

También proviene de un dicasio compuesto. Cada rama se sitúa transversalmente respecto al plano medio de su rama madre con giro siempre en el mismo sentido ya que el aborto de los ejes se produce siempre en el mismo lado, configurando una cima helicoide (etimológicamente bóstrix = tirabuzón). La imagen superior derecha representa la proyección ortogonal de la inflorescencia (orig).

Para mejor comprensión de los últimos esquemas de inflorescencias se representan a continuación un dicasio compuesto, y su proyección ortogonal en el plano horizontal para ver su derivación a un **cíncino** y a un **bóstrix**.



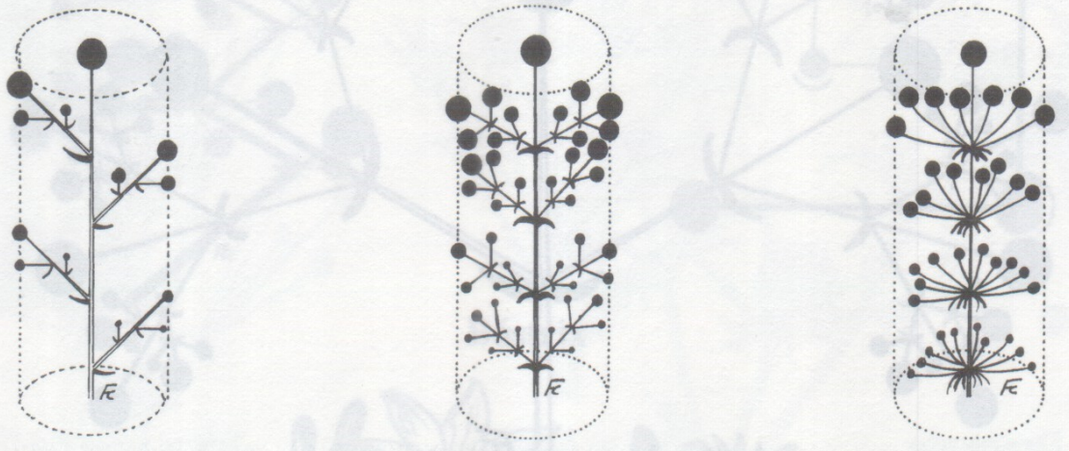
Dicasio compuesto



Proyección ortogonal de dicasio compuesto

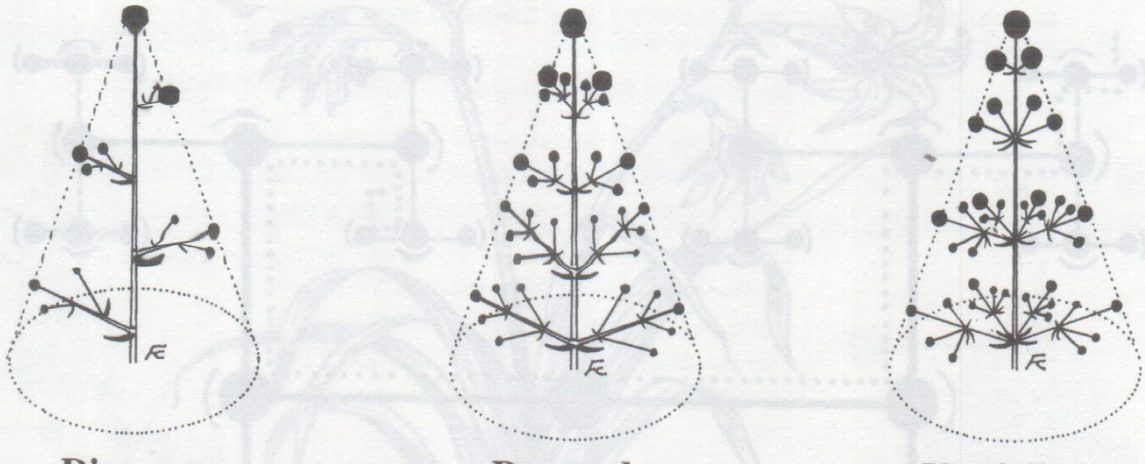
En la parte izquierda de la proyección ortogonal se muestra, con línea punteada, la derivación a un **Cíncino,** al abortar alternativamente los ejes izquierdo y derecho. En la parte derecha de la misma proyección se muestra, de igual forma, la derivación a un **bóstrix,** al abortar siempre los ejes de la derecha (adaptado de P. Font Quer).

Además de las inflorescencias anteriores, también existen entre las inflorescencias cerradas complejas las de tipo panícula con distintas formas tales como cilíndrica, cónica, corimbiforme, antela, etc.



Dispersa **Decusada** **Verticilada**

Panículas cerradas complejas de contorno cilíndrico (orig.).



Dispersa **Decusada** **Verticilada**

Panículas cerradas complejas de contorno cónico (orig.).

Dispersa **Decusada** **Verticilada**

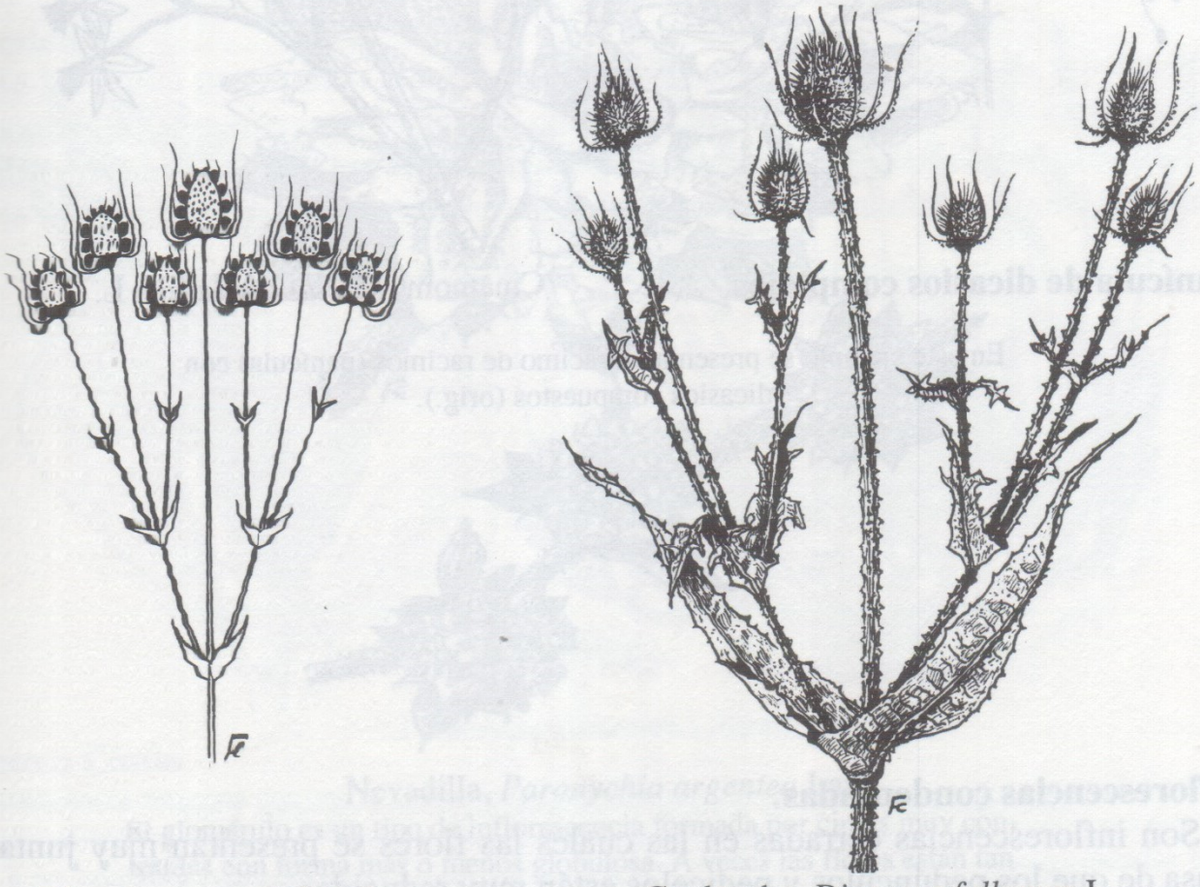
Panículas cerradas complejas de contorno corimbiforme (orig.).

Dispersa **Decusada** **Verticilada**

Panículas cerradas complejas de tipo antela (orig.).

Inflorescencias mixtas.

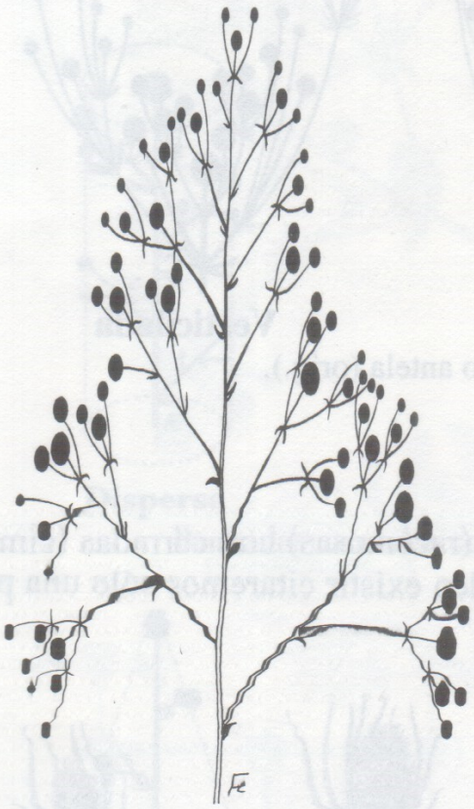
Son combinaciones de inflorescencias abiertas (racemosas) con cerradas (cimosas). De entre las muchas combinaciones que pueden existir citaremos sólo una pequeña muestra.



Dicasios complejos de capítulos

Cardencha, *Dipsacus fullonum* L.

En este caso los capítulos tienen el receptáculo muy convexo (orig.).



Panícula de dicasios complejos

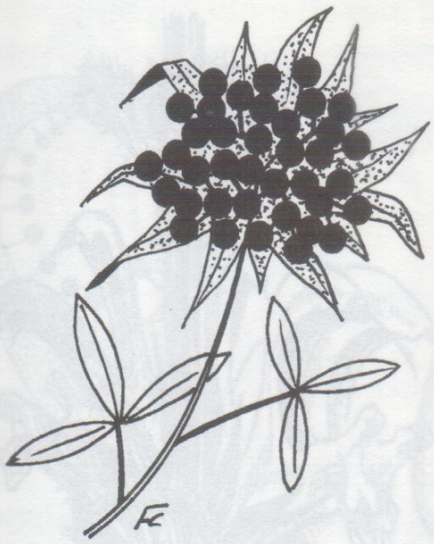
Cinamomo, *Melia azedarach* L.

En este ejemplo se presenta un racimo de racimos (panícula) con dicasios compuestos (orig.).

Inflorescencias condensadas.

Son inflorescencias cerradas en las cuales las flores se presentan muy juntas a causa de que los pedúnculos y pedicelos están muy reducidos.

A continuación se presentan algunos ejemplos como muestra de este tipo de inflorescencias.



Glomérulo

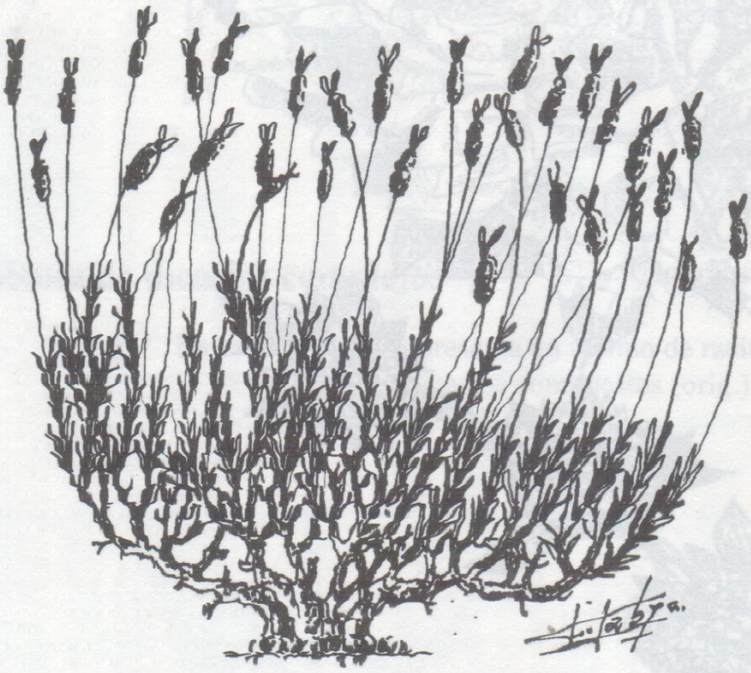
Pasacaminos, *Corrigiola litoralis* L.

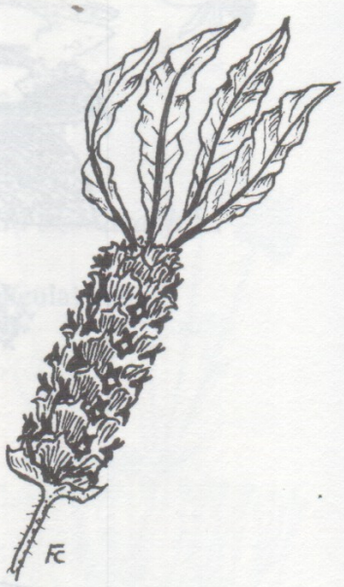
Nevadilla, *Paronychia argentea* Lam.

El glomérulo es un tipo de inflorescencia formada por cimas muy contraídas con forma más o menos globulosa. A veces las flores están tan juntas que no es fácil deducir la inflorescencia de origen. En la imagen superior derecha se presentan glomérulos terminales; en la inferior se muestran glomérulos axilares, uno de los cuales se ha aumentado para verlo con más detalle (orig.).

Verticilastros

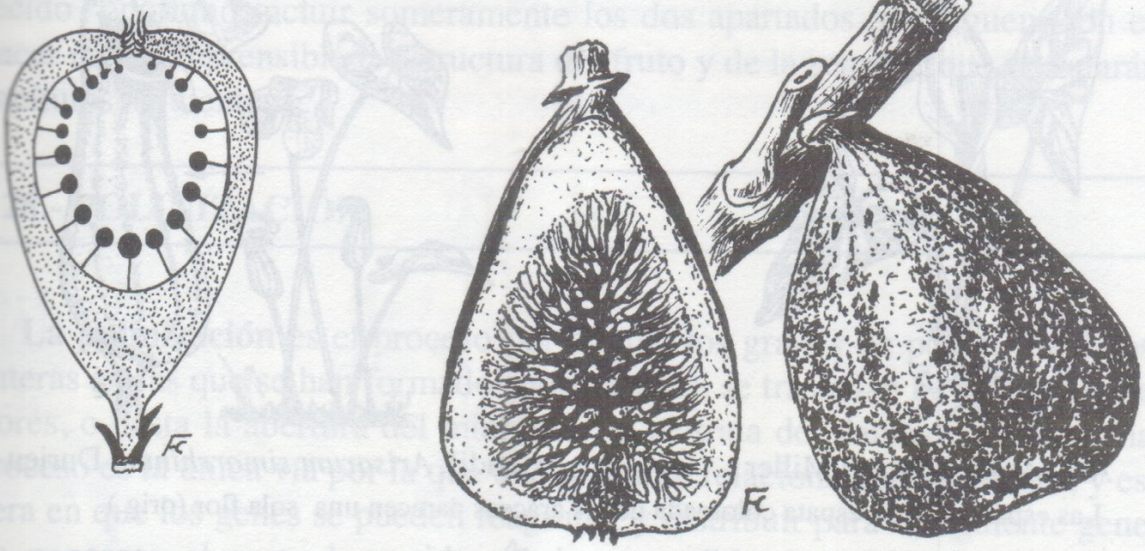
Salvia, *Salvia phlomoides* Asso





Cantueso, *Lavandula stoechas* L.

Los verticilastros son en realidad pleocasios dispuestos en pisos sobre un eje vertical, simulando verticilos verdaderos. Existen muchos ejemplos entre la familia *Lamiaceae*. En la imagen superior derecha se detalla uno de los verticilastros. Lo mismo se hace en la inferior derecha detallando una espiga de verticilastros, que culmina con brácteas estériles foliosas (orig.).



Sicono Higuera, *Ficus carica* L.

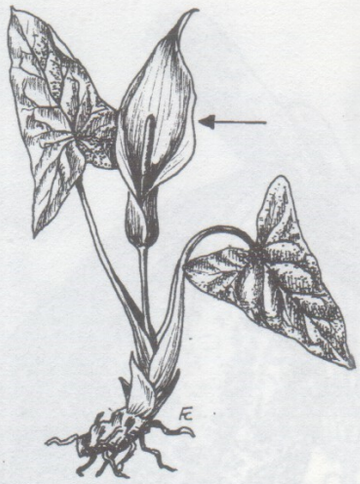
El sicono es un tipo de infructescencia, pero considerándolo como inflorescencia es un conjunto de cimas muy contraídas de flores unisexuales dispuestas en el interior de un receptáculo carnoso hueco con forma de pera y con una abertura apical (orig.).

Pseudantos.

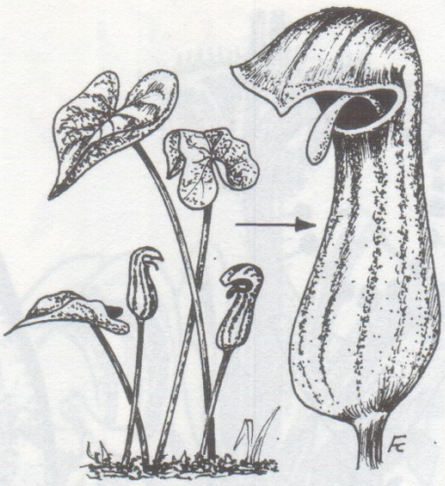
Se les llama pseudantos a unos tipos de inflorescencias en las que las flores se disponen de tal manera que semejan una sola flor. Etimológicamente este término significa falsa flor (pseudo = falso; antos = flor). Existen bastantes casos de este tipo de inflorescencias, pero citaremos sólo algunos que se muestran a continuación.

Ciato o Ciatio

Inflorescencia formada por una sola flor femenina central aclamídea con un ovario tricarpelar pedicelado; alrededor de ella se disponen cinco grupos de inflorescencias masculinas (cíncinos) reducidas a un estambre y sin perianto. Todo el conjunto está protegido por cinco brácteas soldadas formando una copa. Entre cada dos brácteas existe una pieza glandular con forma semilunar o cornuda. La flor femenina se inclina sobre el borde de la copa; por el lado que pende la flor femenina no suele formarse el cuerpo glandular por aborto. Existen abundantes ejemplos en el género *Euphorbia*. En la imagen de la derecha se representa el diagrama de la inflorescencia (orig.).

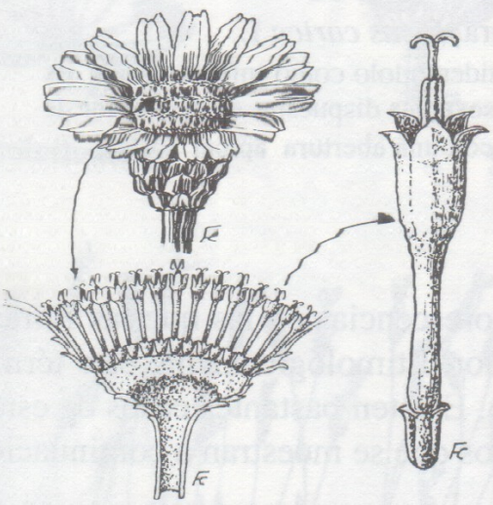


Aro, *Arum italicum* Miller

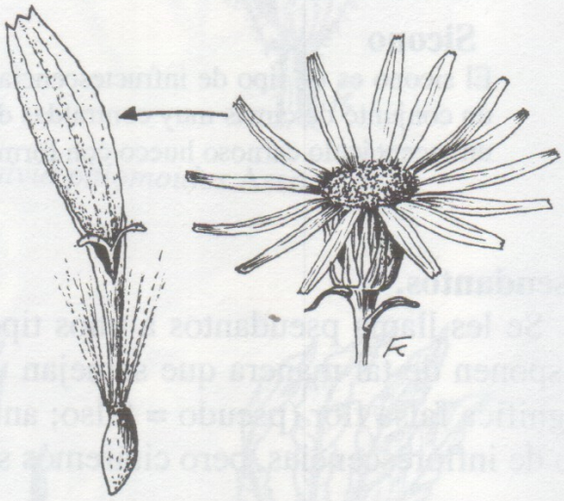


Candil, *Arisarum simorrhinum* Durieu

Las espádices y su espata coloreada de las aráceas parecen una sola flor (orig.).

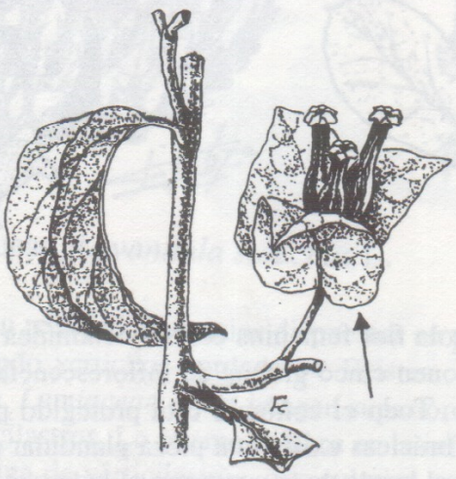


Chrysanthemun coronarium L.



Senecio jacobea L.

En sentido amplio también pueden considerarse como pseudantos los capítulos de la familia *Asteraceae*, ya que el capítulo suele rodearse de flores liguladas de mayor tamaño y diferente color que las del botón central. Las brácteas del involucro actúan a modo de cáliz (orig.).



Bougainvillea glabra Choisy

Las brácteas rosa-púrpura y las flores que sujetan hacen que todo parezca una flor (orig.).

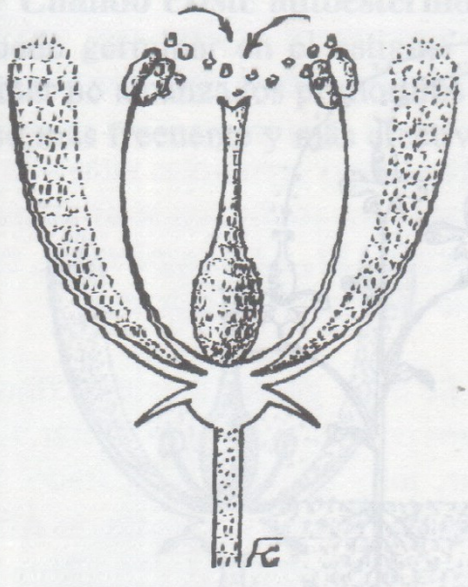
Aunque el objetivo de este trabajo es fundamentalmente morfología, nos ha parecido oportuno incluir someramente los dos apartados que siguen, con el fin de hacer más comprensible la estructura del fruto y de la semilla, que se tratarán en los capítulos siguientes.

28.- POLINIZACIÓN

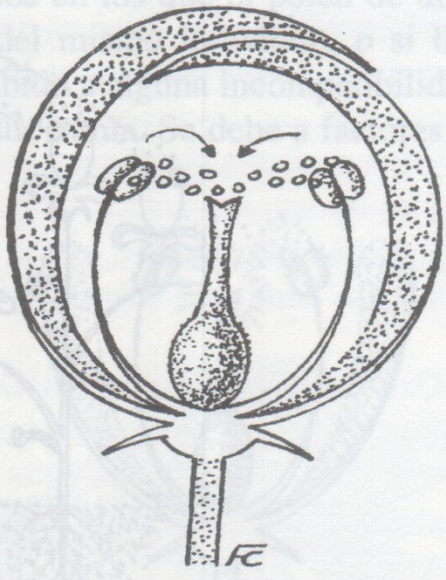
La polinización es el proceso por el cual los granos de polen, liberados de las anteras en las que se han formado (**polinación**), se trasladan hasta el estigma de las flores, o hasta la abertura del micrópilo, si se trata de plantas gimnospermas. Este proceso es la única vía por la que una planta se relaciona con las demás; y es la manera en que los genes se pueden reagrupar y distribuir para la siguiente generación. Es, por tanto, el punto de partida para hacer posible el cambio evolutivo.

Según el destino que tengan los granos de polen, se pueden considerar dos modelos de polinización.

A.- **AUTOGAMIA**. Es el caso en que una flor es polinizada por su propio polen. Esta autopolinización sólo puede producirse si la flor es hermafrodita. Este sistema es poco frecuente pues en las flores hermafroditas existen a menudo dispositivos especiales para impedirlo. Se da con frecuencia en gramíneas cultivadas y algunas leguminosas. La autogamia es una reproducción consanguínea que no favorece la variabilidad.



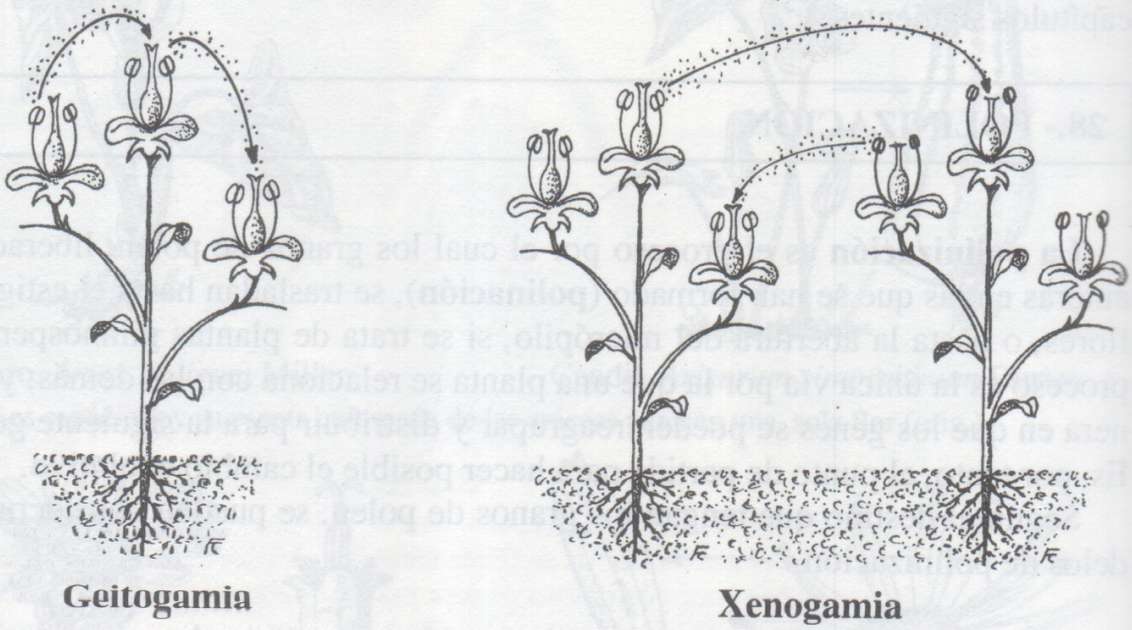
Flor casmógama
Autopolinización siendo una flor abierta.



Flor cleistógama
Autopolinización siendo una flor cerrada.

Ejemplos de autogamia (orig.).

B.- **ALOGAMIA**. En este caso el polen de una flor llega al estigma de otra flor de la misma especie, tanto si esta flor pertenece al mismo pie de planta (geitogamia), como si es una flor de distinto pie de planta (xenogamia).

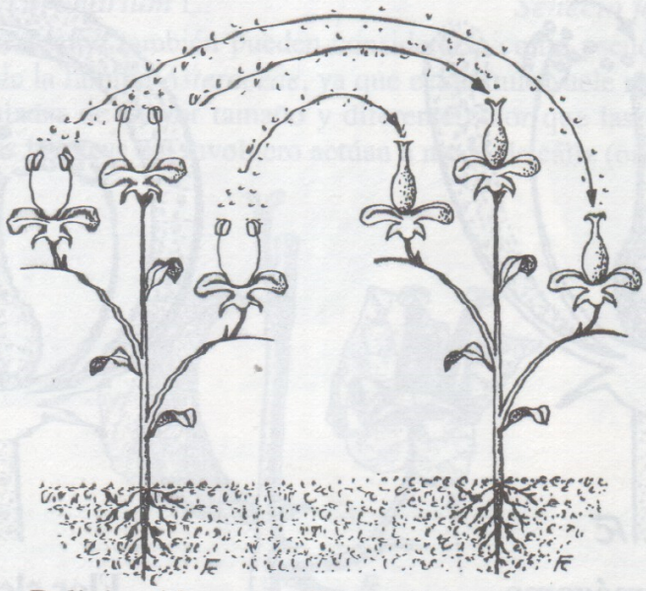


Geitogamia **Xenogamia**

Ejemplos de alogamia (orig.).

La alogamia se ve favorecida en los siguientes casos:

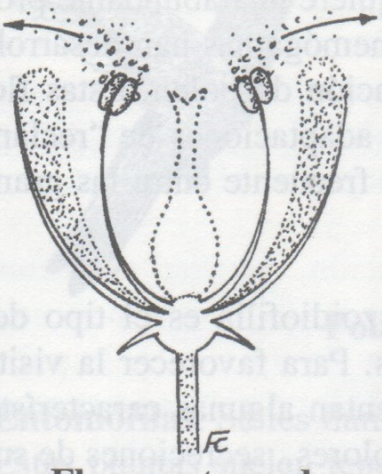
1.- **Cuando son plantas dioicas**. Es decir que en la especie existen pies de plantas únicamente masculinas o únicamente femeninas. Ej. *Mercurialis*, *Urtica*, etc.



Polinización entre plantas dioicas (orig.).

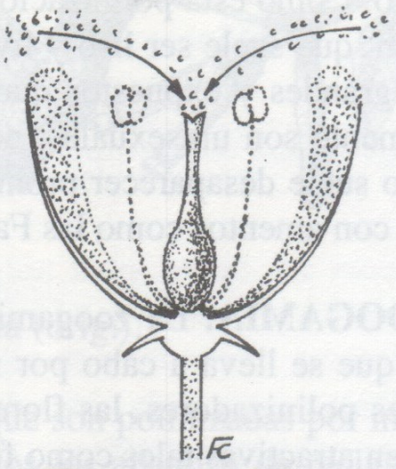
2.- **Cuando existe dicogamia**. Existe dicogamia cuando no hay simultaneidad en la maduración de los órganos masculinos y los femeninos en las flores herma-

froditas. Cuando maduran antes los estambres que el gineceo, se dice que las flores son **proterandras** o **protandras**. Ej. muchas compuestas, campanuláceas, umbelíferas, etc. Si madura el gineceo antes que los estambres, las flores se llaman **proteróginas**. Son menos frecuentes y aparecen en *Arum, Plantago*, etc.



Flor proterandra

Maduración de los estambres antes que el gineceo



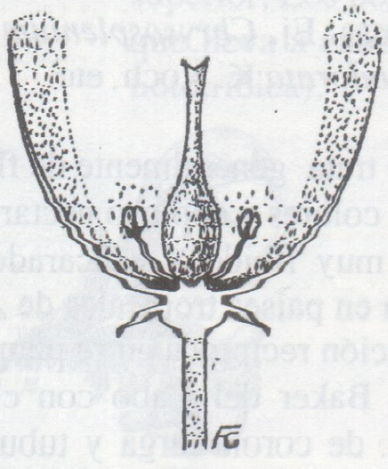
Flor proterógina

Maduración del gineceo antes que los estambres

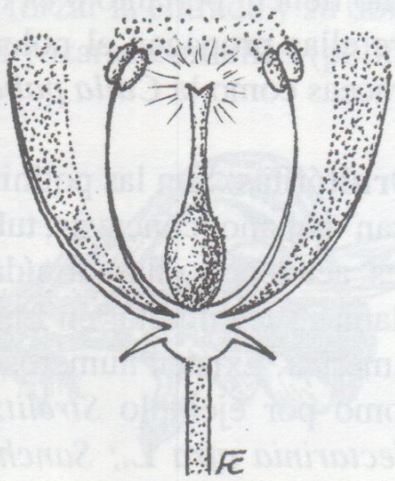
Ejemplo de dicogamia (orig.).

3.- **Cuando existe hercogamia**. Se dice que hay hercogamia cuando la distancia que separa la anteras del estigma de una flor es excesiva, lo cual impide que el polen llegue hasta el estigma de la flor, como sucede en *Iris*, *Orchis*, etc. También puede interpretarse como tal la heterostilia.

4.- **Cuando existe autoesterilidad**. Hay casos en los que el polen de una flor no puede germinar en el estigma de una flor del mismo individuo, o si llega a germinar no alcanza los primordios seminales debido a alguna incompatibilidad. Es el caso más frecuente y más efectivo contra la autogamia. Se debe a factores genéticos.



Hercogamia



Autoesterilidad

Dependiendo del vehículo que transporta el polen hasta el estigma se establecen varios tipos de unión:

C.- **ANEMOGAMIA.** En la anemogamia, o anemofilia, el polen es trasportado por el viento. Como esta polinización es al azar, se requiere una abundante producción de polen, que suele ser liso y liviano. Las flores anemógamas han desarrollado estigmas grandes y expuestos que aseguran la captación de polen. Estas flores frecuentemente son unisexuales, no suelen presentar adaptaciones de "reclamo" y el perianto suele desaparecer pronto. Este sistema es frecuente entre las gramíneas y plantas con amentos como las Fagaceae.

D.- **ZOOGAMIA.** La zoogamia, zoidiogamia o zoidiofilia es el tipo de polinización que se lleva a cabo por medio de animales. Para favorecer la visita de los animales polinizadores, las flores zoidiófilas presentan algunas características que las hacen atractivas tales como formas, tamaños, colores, secreciones de sustancias aromáticas, elaboración de productos con valor nutritivo como néctar o polen viscoso rico en grasa, proteínas, glúcidos, vitaminas, etc.

Según los animales que intervienen en este tipo de polinización, se diferencian las siguientes clases de plantas:

1. **Quiropterófilas**. Son las flores polinizadas por murciélagos. No es un sistema muy extendido salvo en regiones tropicales. Las flores suelen ser robustas, cóncavas, olorosas y con antesis nocturna. Ej. pandanáceas del género *Freycinetia*.

2. **Malacófilas.** Son plantas en las que la polinización se realiza por medio de moluscos. Son escasas y la polinización es más casual que buscada. Estas especies se desarrollan en lugares húmedos en los que se crían caracoles y babosas. Estas plantas tienen flores pequeñas y muy próximas unas con otras y no tienen perianto o es inconspicuo. Cuando los moluscos se arrastran sobre ellas propagan el polen hasta los estigmas. Ej. *Chrysosplenium*, ciertas aráceas como la *Calla palustris* L., *Alocasia odorata* K. Koch, etc.

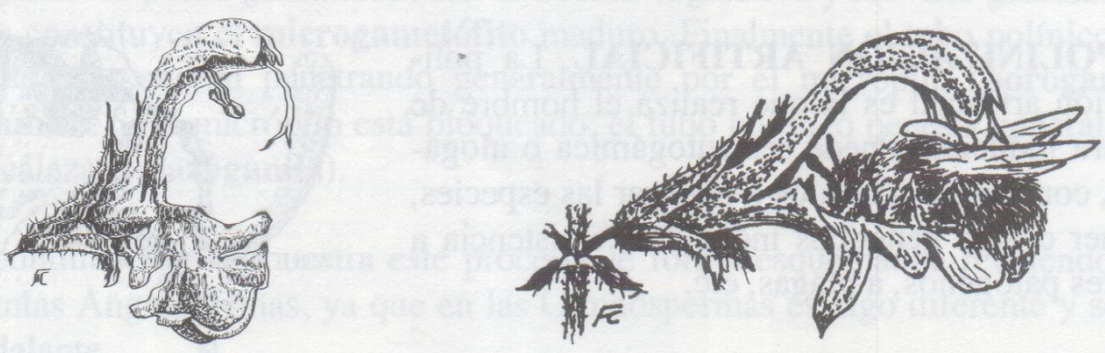
3. **Ornitófilas**. Son las polinizadas por aves. Se trata generalmente de flores de gran tamaño, cóncavas, tubulosas, con vivos colores y copioso néctar. Las aves acuden a ellas atraídas por el néctar, muy fluido y azucarado. Estas plantas suelen faltar en Europa pero abundan en países tropicales de África y América. Existen numerosos casos de adaptación recíproca entre planta y ave como por ejemplo *Strelitzia reginae* (Ait.) Baker del Cabo con el pájaro *Nectarinia afra* L.; *Sanchezia nobilis* Hoot. de corola larga y tubular, con *Arachnothera longirostris* Latham., de pico largo y afilado, propio de países latinoamericanos. Para nosotros puede ser más familiar el caso del colibrí.

Los colibríes son las aves más pequeñas, tienen el tronco y las patas muy cortas; la cabeza, reducida, con el pico muy fino y, generalmente, recto o algo curvado. Su lengua es tubular, larga y adaptable a la corola de las flores.

Polinización ornitófila (orig.).

4. **Entomófilas**. Se les llama así a las flores que son polinizadas por insectos. Estas plantas suelen tener muy desarrollados los aparatos de reclamo, como corolas de vivos colores, son aromáticas o pestilentes y poseen dispositivos mecánicos para facilitar la polinización al tiempo que el insecto liba el néctar. El polen suele ser pegajoso y de superficie irregular. Se diferencian varios tipos de flores entomófilas en relación con el grupo de insectos que llevan a cabo la polinización.
    a. **Flores miófilas**. Son polinizadas por dípteros. Poseen coloraciones miméticas y olores pestilentes a estiércol, carroña, hongos, vegetación podrida, que atraen a especies apropiadas. Ej. *Araceae*, *Dranunculus*, *Stapelia*, etc.

    b. **Flores melitófilas**. Son las polinizadas por himenópteros (abejas, abejorros, etc.). Sus corolas suelen ser amariposadas, labiadas o personadas. Estas flores poseen una superficie para posarse el insecto. En la mayoría de ellas los órganos sexuales están en la parte superior. Los polinizadores suelen forzar la entrada y su dorso es el que lleva a cabo la polinización al rozarse con ellos (polinización nototríbica).



Polinización nototríbica (orig.).

c. **Flores cantaridófilas**. Son flores polinizadas por coleópteros, cuyo aparato masticador destruye parte de los órganos florales. Las corolas suelen ser robustas, rotáceas o asalvilladas, verdosas o blancas y fuertemente olorosas.

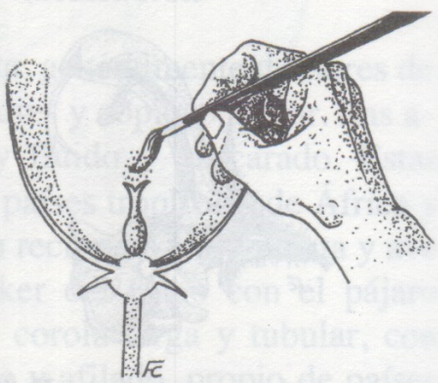
d. **Flores psicófilas.** Los insectos polinizadores de estas flores suelen ser mariposas. Estas flores presentan corolas tubulosas que producen néctar situado en la profundidad. Los insectos poseen largas probóscides (espiritrompas) para llegar hasta el néctar.

A veces las flores, para asegurarse la polinización, recurren al instinto reproductor de los animales, y adquieren formas colores y olores que inducen a ciertos himenópteros a copular con ellas. De esta manera llevan a cabo la polinización. Estas flores provocan la visita de los animales sin darles ninguna compensación. Es frecuente entre las orquídeas.

Ophrys tenthredinifera Willd. | *Ophrys fuciflora* F.W. Schmidt | *Ophrys speculum* Link

Ejemplos de flores con adaptación morfológica semejando algunos insectos (orig.).

E.- POLINIZACIÓN ARTIFICIAL. La polinización artificial es la que realiza el hombre de manera inducida. Puede ser autogámica o alogámica, con fines destinados a mejorar las especies, obtener cruces genéticos inducidos, resistencia a agentes patógenos, a plagas, etc.



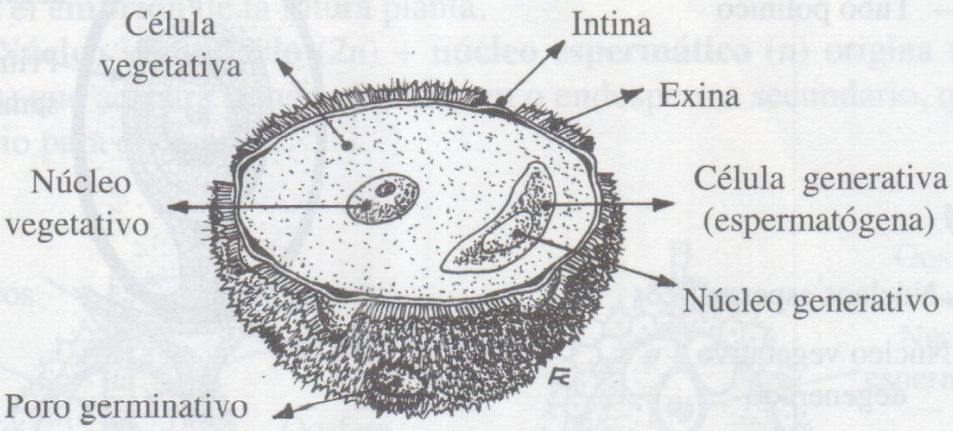
Polinización artificial (orig.).

29.- FECUNDACIÓN

La fecundación es la unión íntima entre las células sexuales formadas en los granos de polen y las formadas en los primordios seminales. Para comprender mejor este fenómeno lo trataremos en varios pasos.

A.- GERMINACIÓN DEL POLEN.

Antes de desarrollar este apartado recordemos la estructura de los granos de polen.



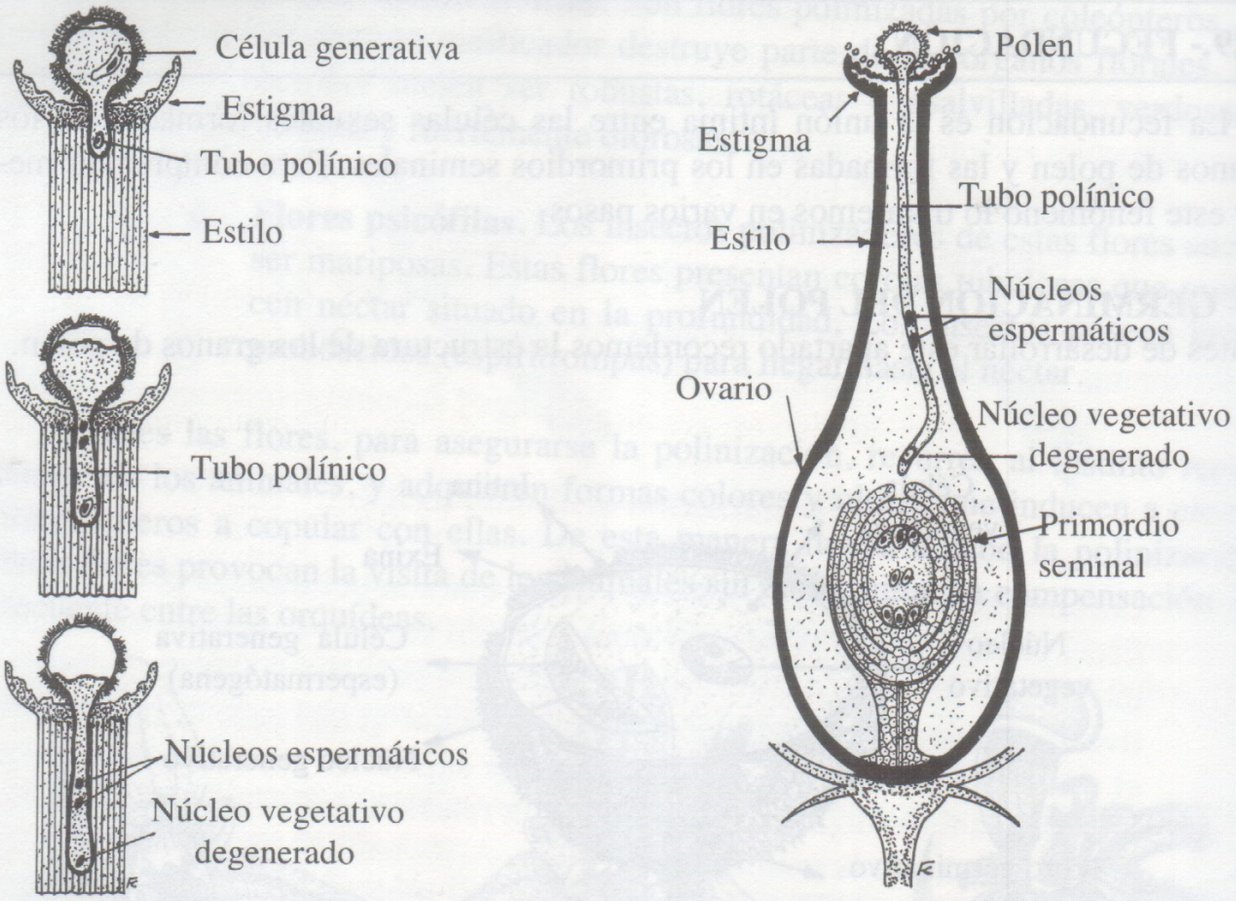
Estructura de un grano de polen típico de angiospermas (orig.).

Los granos de polen se depositan sobre el estigma floral, cuya superficie está formada por tejido secretor de sustancias azucaradas que los retienen.

El polen absorbe agua. A causa del efecto de turgencia, la intina y parte del citoplasma de la célula vegetativa salen por los poros formando el **tubo polínico**. El desarrollo del tubo polínico puede durar desde unas horas a varios meses, durante este tiempo tiene lugar la división de la célula generativa, si es que no se había dividido antes, formando así dos gámetas masculinos.

El grano de polen germinado, con el núcleo vegetativo y los dos gámetas masculinos constituyen el **microgametófito** maduro. Finalmente el tubo polínico llega al primordio seminal penetrando generalmente por el micrópilo (**porogamia** o **acrogamia**). Si el micrópilo está bloqueado, el tubo polínico penetra generalmente por la cálaza (**calazogamia**).

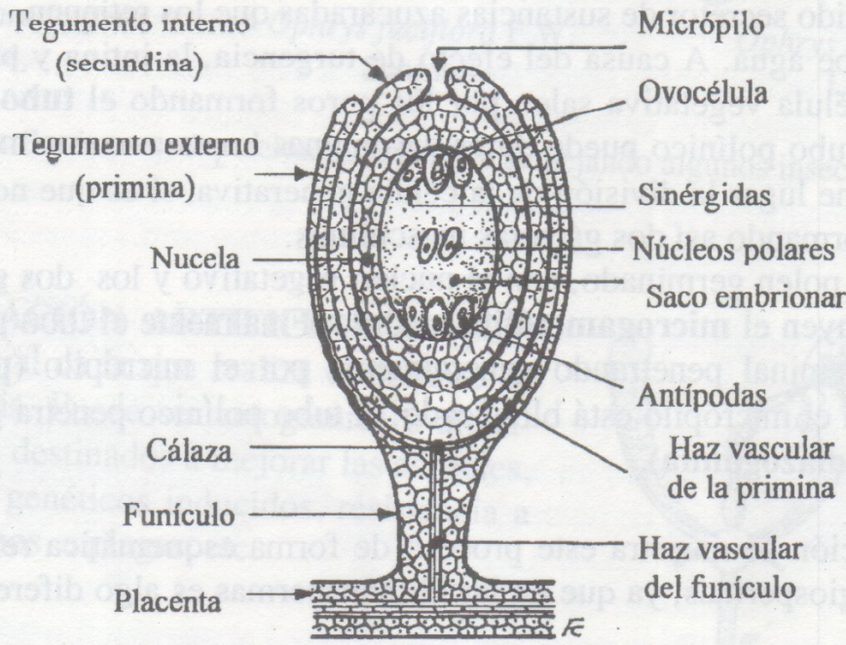
A continuación se muestra este proceso de forma esquemática refiriéndonos a las plantas Angiospermas, ya que en las Gimnospermas es algo diferente y se verá más adelante.



Germinación del polen y formación del tubo polínico (orig.).

B.- **FECUNDACIÓN.**

Antes de tratar este apartado recordemos la estructura de un primordio seminal.



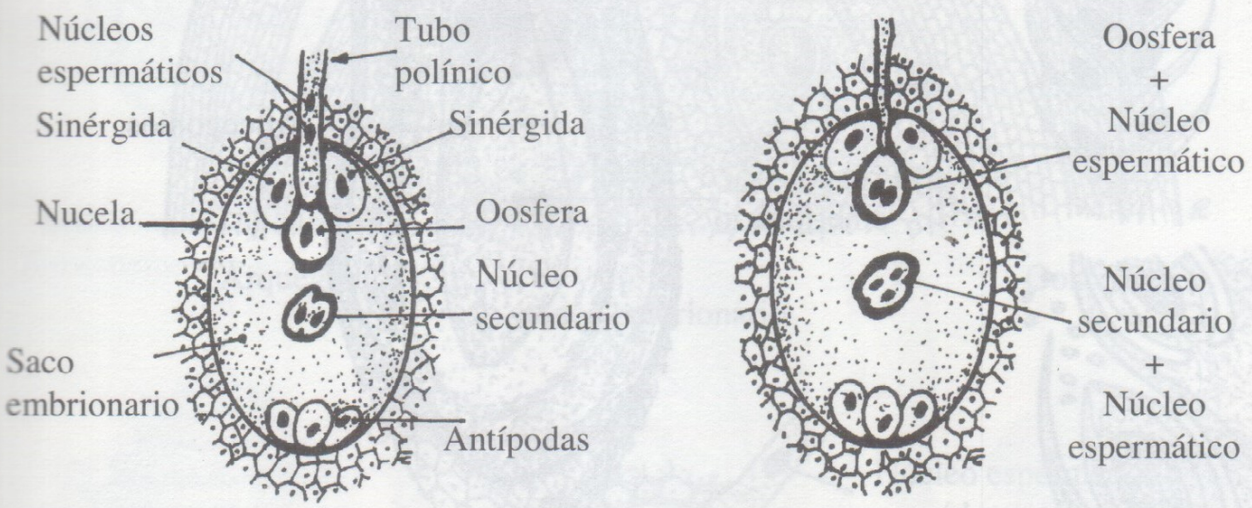
Estructura de un primordio seminal (orig.).

1.-**Fecundación en Angiospermas.** El tubo polínico atraviesa la parte superior de la nucela y llega hasta la parte superior del saco embrionario, donde están la oosfera y las sinérgidas. Normalmente pasa entre las dos sinérgidas y al llegar hacia la mitad de las mismas se abre y libera los dos núcleos espermáticos que son vertidos al saco embrionario.

Uno de los núcleos espermáticos penetra en la oosfera y se une con su núcleo, mientras que el otro se une con el núcleo secundario del saco embrionario, que es diploide. El núcleo vegetativo acaba degenerando. En las angiospermas, por tanto, se realiza una **doble** fecundación:

a.- **Oosfera** (n) + **núcleo espermático** (n), origina un zigoto diploide (2n) que formará el **embrión** de la futura planta.

b.- **Núcleo secundario** (2n) + **núcleo espermático** (n) origina un núcleo triploide (3n) que acabará siendo el **albumen** o endosperma secundario, que será el tejido nutricio para el embrión.



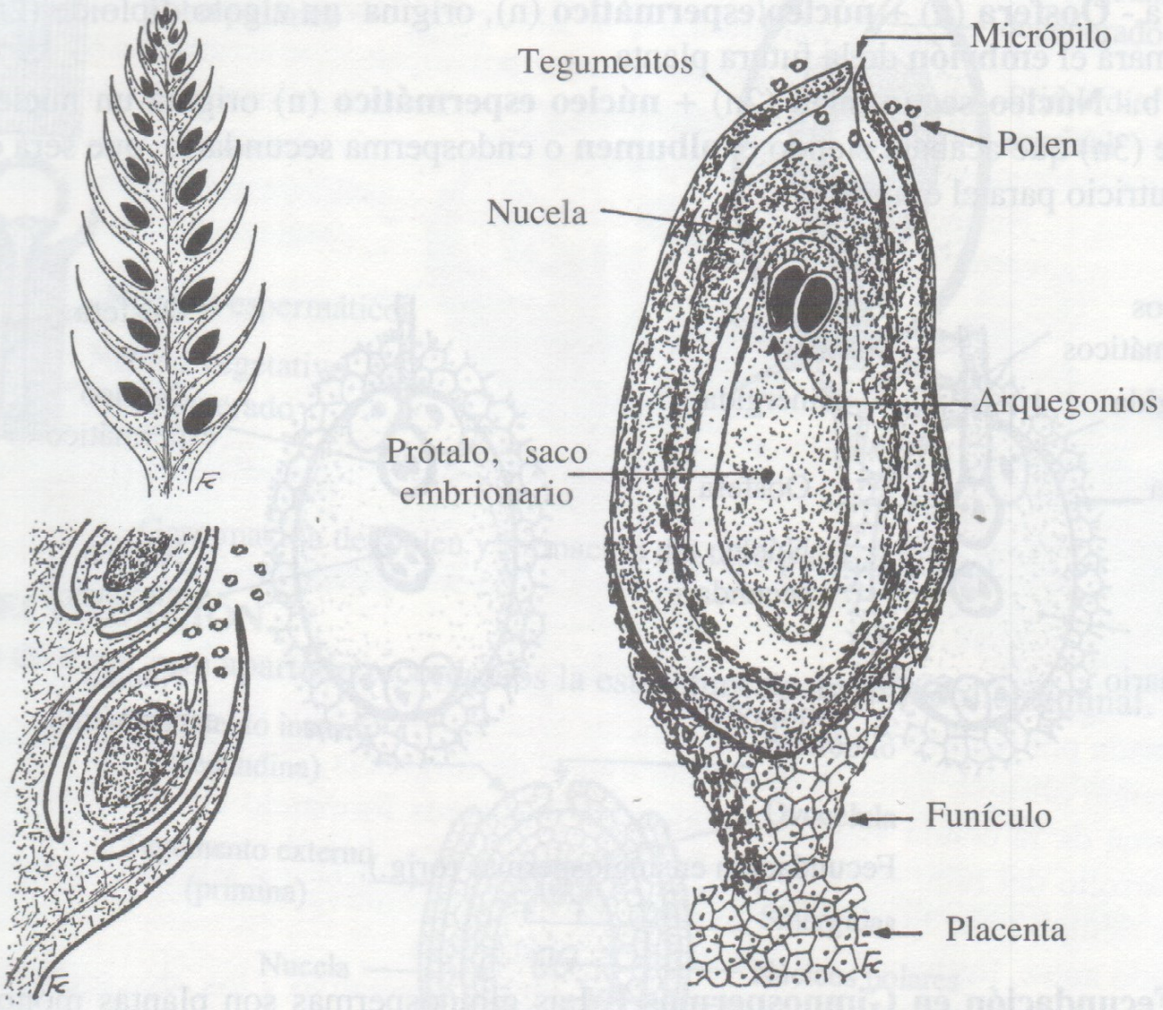
Fecundación en angiospermas (orig.).

2.- **Fecundación en Gimnospermas I**. Las gimnospermas son plantas monoicas, es decir, que cada planta posee simultáneamente los dos sexos pero en flores unisexuales separadas. Las flores femeninas no tienen cáliz ni corola; sólo tienen una bráctea, una escama y un número variable de primordios seminales. Los primordios seminales contienen, al final de su desarrollo, un saco embrionario (gametófito femenino) con dos arquegonios que contienen una oosfera cada uno (excepto en *Welwitschia* y *Gnetum* que, a diferencia del resto de gimnospermas, en ningún caso llegan a originar arquegonios).

Las flores masculinas están constituidas por una escama y un número variable de sacos polínicos. En los sacos polínicos se forman las células madre que dan lugar a los granos de polen, en cuyo interior hay dos núcleos espermáticos (o dos an-

terozoides según el caso), que son los gámetas masculinos. Para favorecer la polinización, los granos de polen de algunas especies suelen tener dos sacos aéreos que les facilita su llegada hasta las flores femeninas. Tanto las flores femeninas como las masculinas se hallan situadas alrededor de sendos ejes florales.

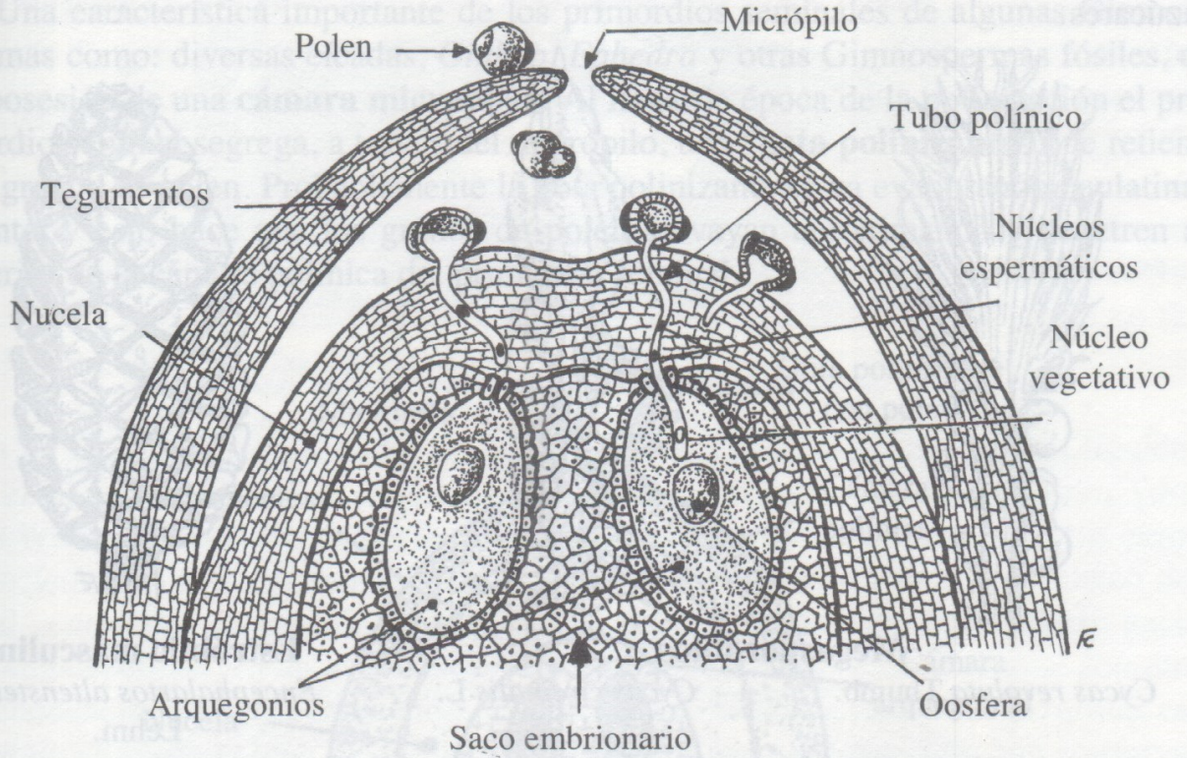
En este primer apartado sobre la fecundación en Gimnospermas tomaremos el pino como ejemplo típico de muchas gimnospermas actuales. Pero antes de centrarnos en la fecundación observemos la estructura de un primordio seminal de *Pinus*.

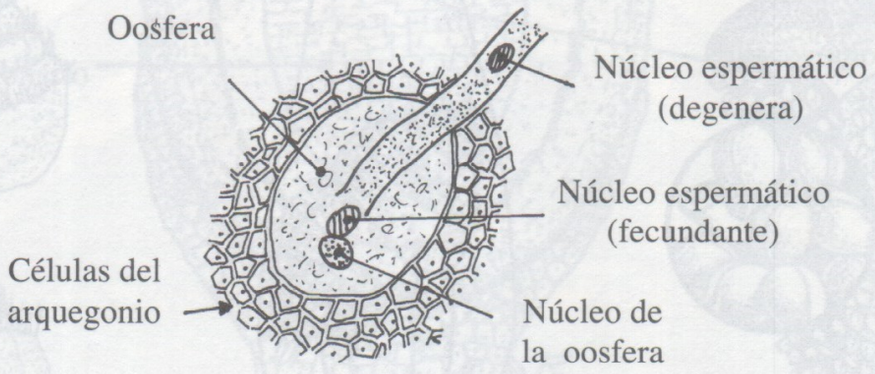


Sección longitudinal idealizada de un eje floral femenino de *Pinus*.
En la imagen derecha detalle de un primordio seminal (orig.).

La fecundación en gimnospermas es algo diferente, ya que no existen carpelos sino escamas abiertas, por tanto los primordios seminales están al descubierto. Por esta razón el grano de polen llega directamente a ellos depositándose sobre el micrópilo y originando un corto tubo polínico. El tubo polínico crece muy lentamente, abriéndose paso a través de la nucela del primordio seminal. Cuando llega hasta el saco embrionario o gametófito femenino, se abre paso entre las células del cuello del arquegonio, penetra en la oosfera y descarga en ella los dos núcleos esper-

máticos . Allí se produce la **fecundación**; uno de ellos se une con el núcleo de la oosfera formando así el **zigoto** diploide (2n) que originará al embrión; pero el otro degenera, igual que el núcleo vegetativo y las demás células del arquegonio. En consecuencia la fecundación en gimnospermas es, generalmente, **simple.**





Fecundación en gimnospermas, *Pinus* (orig.).

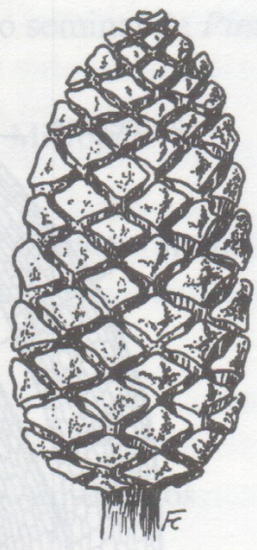
Normalmente son fecundados todos los arquegonios, y todas las oosferas comienzan la embriogénesis. Este tipo de **poliembrionía** se llama **polizigótica** porque se produce a partir de cigotos diferentes.

3.- **Fecundación en Gimnospermas II.** En las Gimnospermas primitivas, cuyos supervivientes actuales se consideran "**fósiles vivientes**", existen algunas variantes

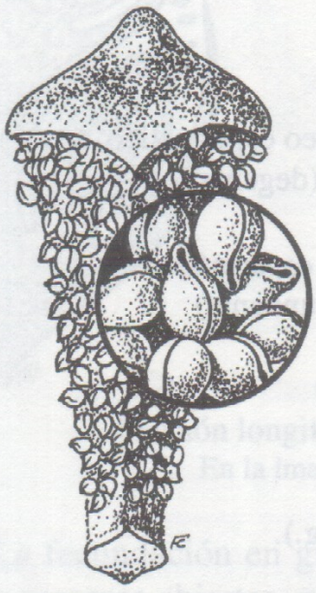
con respecto al tipo de fecundación expuesto anteriormente. Las flores, que generalmente son polinizadas por el viento, pueden ser visitadas ocasionalmente por animales, sobre todo insectos coleópteros (cantarofilia), atraídos por secreciones de néctar producidos en los estróbilos masculinos y femeninos. En las femeninas, además, la gota de líquido que exudan los tubos micropilares es igualmente rica en azúcares.

Megasporofilos
Cycas revoluta Thumb.

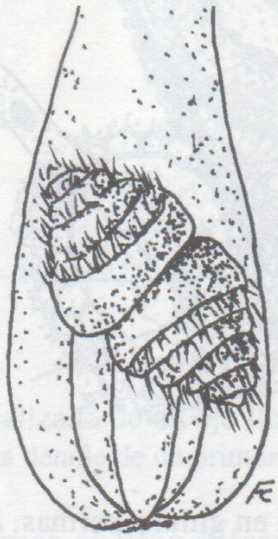
Cycas circinalis L.



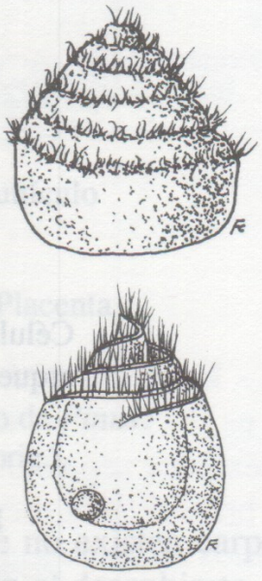
Estróbilo masculino
Encephalartos altensteinii Lehm.



Microsporofilo
Cycas circinalis L.
Con grupos de sacos polínicos



Tubo polínico
Zamia floridana A.DC.
Con dos antezoides

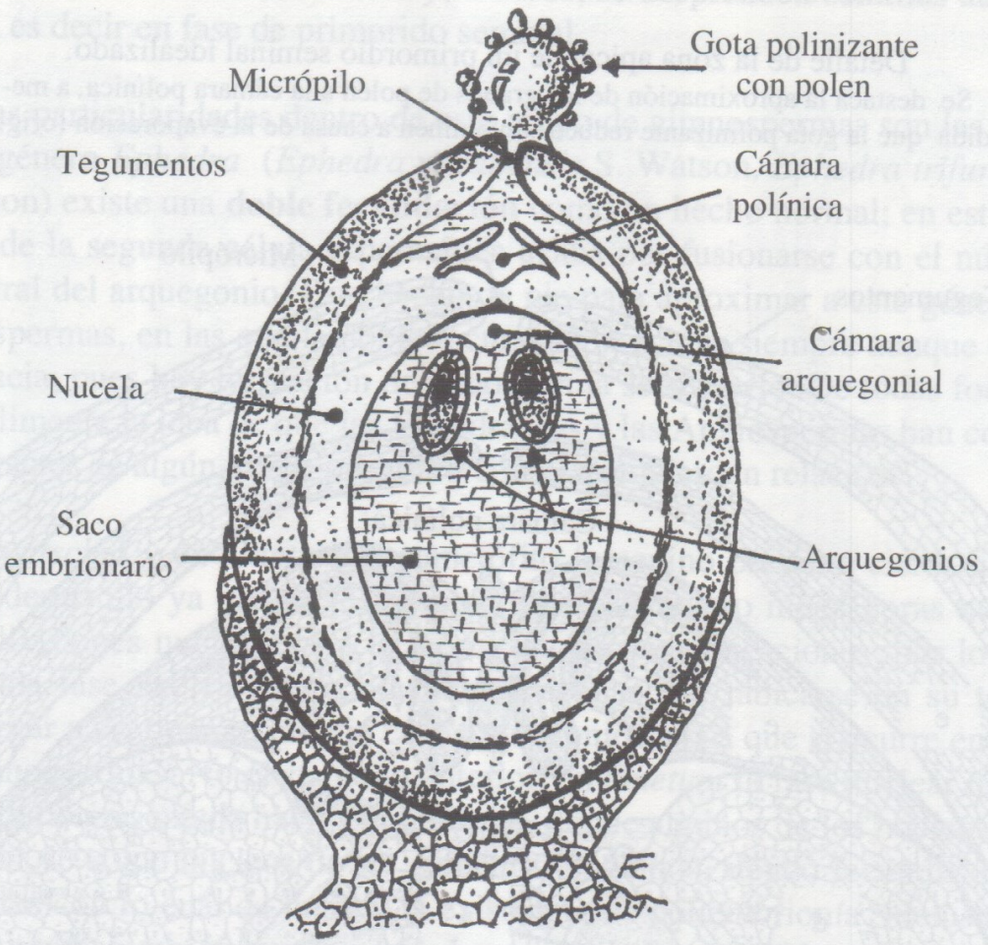


Espermatozoides
Zamia floridana (arriba)
Ginkgo biloba L.(abajo)

Diversos órganos representativos de gimnospermas primitivas.
No existe proporción de tamaños entre ellos (adaptado de Strasburger).

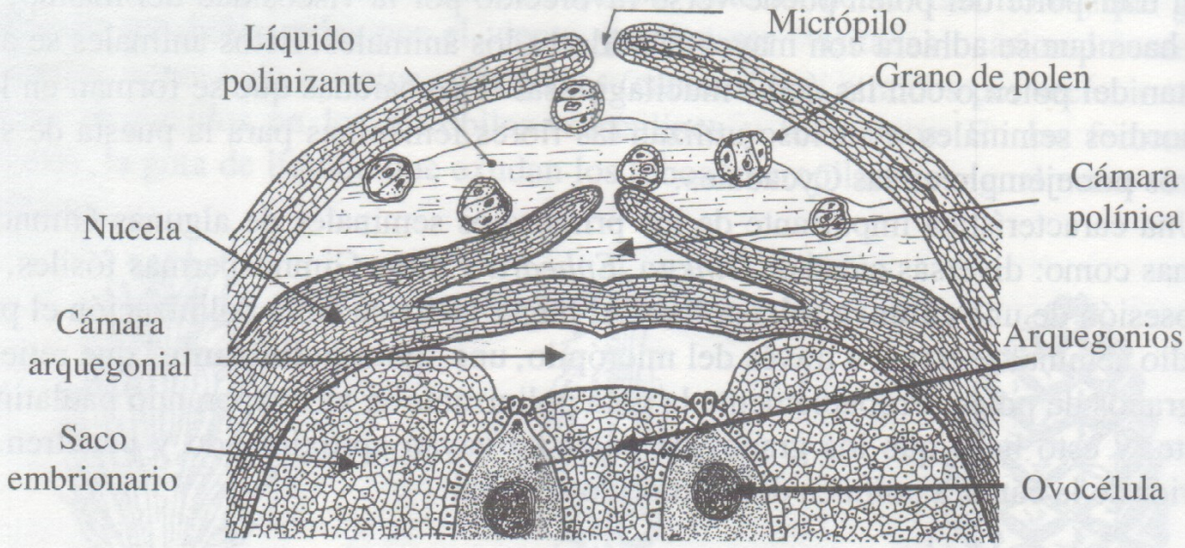
El transporte del polen puede verse favorecido por la viscosidad del mismo, lo cual hace que se adhiera con mayor facilidad a los animales. Estos animales se alimentan del polen o con las gotas mucilaginosas o azucaradas que se forman en los primordios seminales, e incluso utilizan las flores femeninas para la puesta de sus huevos por ejemplo en las Cycadales.

Una característica importante de los primordios seminales de algunas Gimnospermas como: diversas cícadas, *Ginkgo*, *Ephedra* y otras Gimnospermas fósiles, es la posesión de una **cámara micropilar.** Al llegar la época de la polinización el primordio seminal segrega, a través del micrópilo, una "**gota polinizante**" que retiene los granos de polen. Probablemente la gota polinizante se va evaporando paulatinamente, y esto hace que los granos de polen se vayan aproximando y penetren al interior de la cámara polínica del primorido seminal.

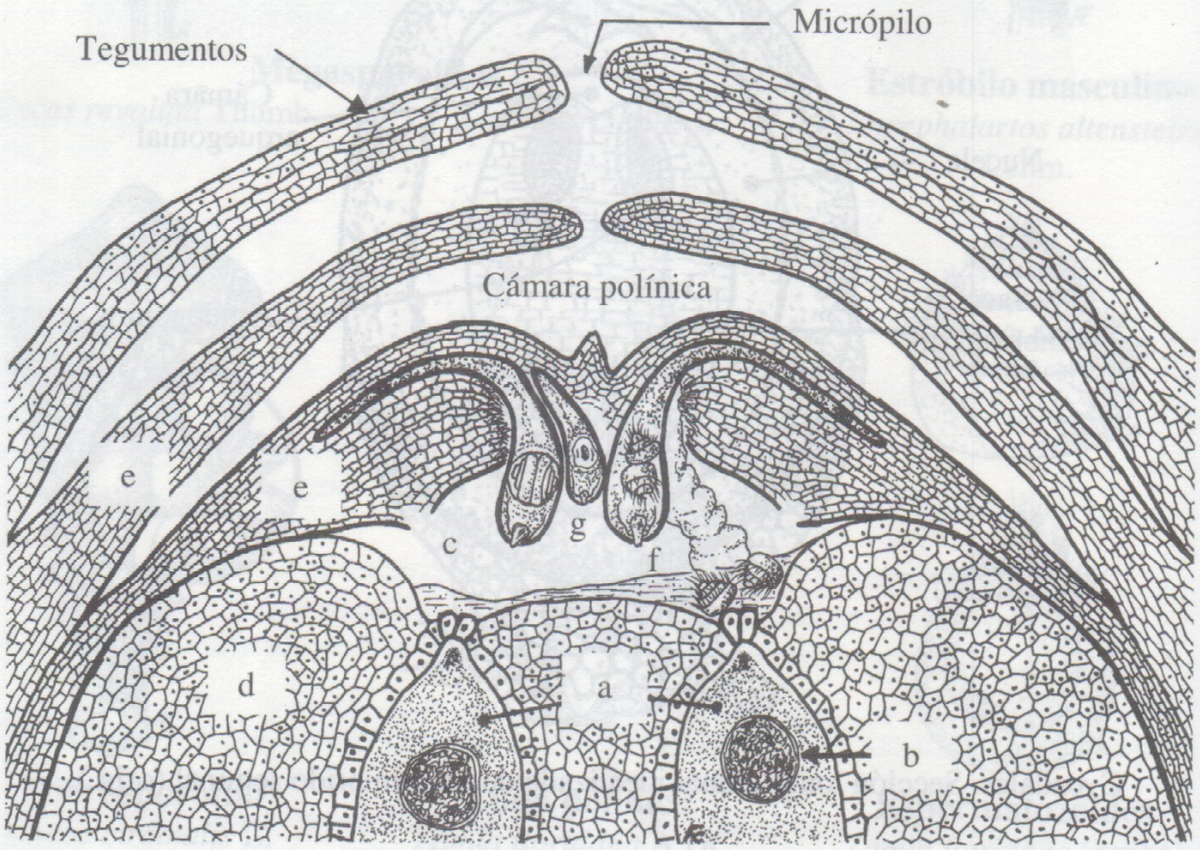


Cycadales. Sección longitudinal idealizada de un primorido seminal (orig.).

Una vez que los granos de polen alcanzan los primordios seminales prosigue el desarrollo del gametófito masculino. Llegado este momento se abre la exina y la célula del tubo polínico se desarrolla y forma este tubo, que penetra en el tejido de la nucela y actúa como un órgano haustorial. En este caso, tanto en *Cycas* como en *Ginkgo*, el tubo polínico no sirve más que para fijar y nutrir el gametófito masculi-



Detalle de la zona apical de un primordio seminal idealizado.
Se destaca la aproximación de los granos de polen a la cámara polínica, a medida que la gota polinizante reduce su volumen a causa de la evaporación (orig.).



Fecundación en gimnospermas primitivas, algo idealizado.
Arquegonios (a), ovocélula (b), cámara arquegonial (c), saco embrionario (d), nucela (e), restos del líquido polinizante con espermatozoides (f), tubos polínicos en diferente fase de formación (g). Algunos tubos polínicos, incrustados en la nucela, han alcanzado la cámara arquegonial; el de la derecha ha liberado ya los espermatozoides (adaptado de Strasburger).

no en la cámara polínica (recuérdese que en los restantes espermatófitos sirve para el transporte de las células sexuales). Al tiempo que se forma el tubo polínico, la **célula generativa** se divide y produce una **célula peduncular** (que queda adyacente a las células protálicas) y una **célula espermatógena;** esta última justo antes de la fecundación se divide y origina dos células espermáticas flageladas móviles **espermatozoides**, que finalmente son expulsados, por la ruptura de la intina, al seno de la gota polinizante donde nadan libremente hasta alcanzar el cuello del arquegonio. Estos espermatozoides son de gran tamaño (0,3 mm.) y están provistos de una banda ciliada arrollada helicoidalmente. Sólo uno de ellos penetra en la ovocélula, se desprende de la banda ciliada y de la envoltura plasmática y su núcleo se une con el de la ovocélula. Esta es una forma muy primitiva de fecundación llamada **zoidiogamia.** Entre la polinización y la fecundación transcurren varios meses, o incluso más de un año y, a veces, se desprenden semillas aún no fecundadas, es decir en fase de primorido seminal.

Algunas particularidades dentro de este grupo de gimnospermas son las siguientes: en el género *Ephedra* (*Ephedra nevadensis* S. Watson, *Ephedra trifurca* Torr. ex S.Watson) existe una **doble fecundación** como un hecho normal; en estos casos el núcleo de la segunda célula espermática acaba por fusionarse con el núcleo del canal ventral del arquegonio. Este hecho da pie para aproximar a este género hacia las Angiospermas, en las que la doble fecundación ocurre siempre aunque con otra trascendencia, pues hay formación de endosperma secundario. De todas formas este hecho alimenta la idea de que las Ephedraceas y las Angiospermas han conservado este carácter de algún grupo primitivo con el que guardan relación.

En *Welwitschia* y en *Gnetum* el gametófito femenino presenta cierta singularidad en su desarrollo ya que se forma a partir de las cuatro megásporas que experimentan divisiones nucleares sin ir acompañadas por tabicaciones, por lo cual se pasa por una fase nuclear libre. Finalmente acaban por tabicarse en su totalidad pero sin llegar a originar en ningún caso arquegonios, cosa que sí ocurre en el resto de las Gimnospermas. No obstante lo anterior, en *Gnetum* la fase nuclear libre persiste en la región orientada hacia el micrópilo, donde algunos de los núcleos acaban estableciéndose como núcleos de los gámetas femeninos, siendo fecundados buena parte de ellos con lo cual da lugar a la existencia de poliembrionía. Incluso parece haberse apuntado también la existencia de una doble fecundación, sin formación de endosperma secundario.

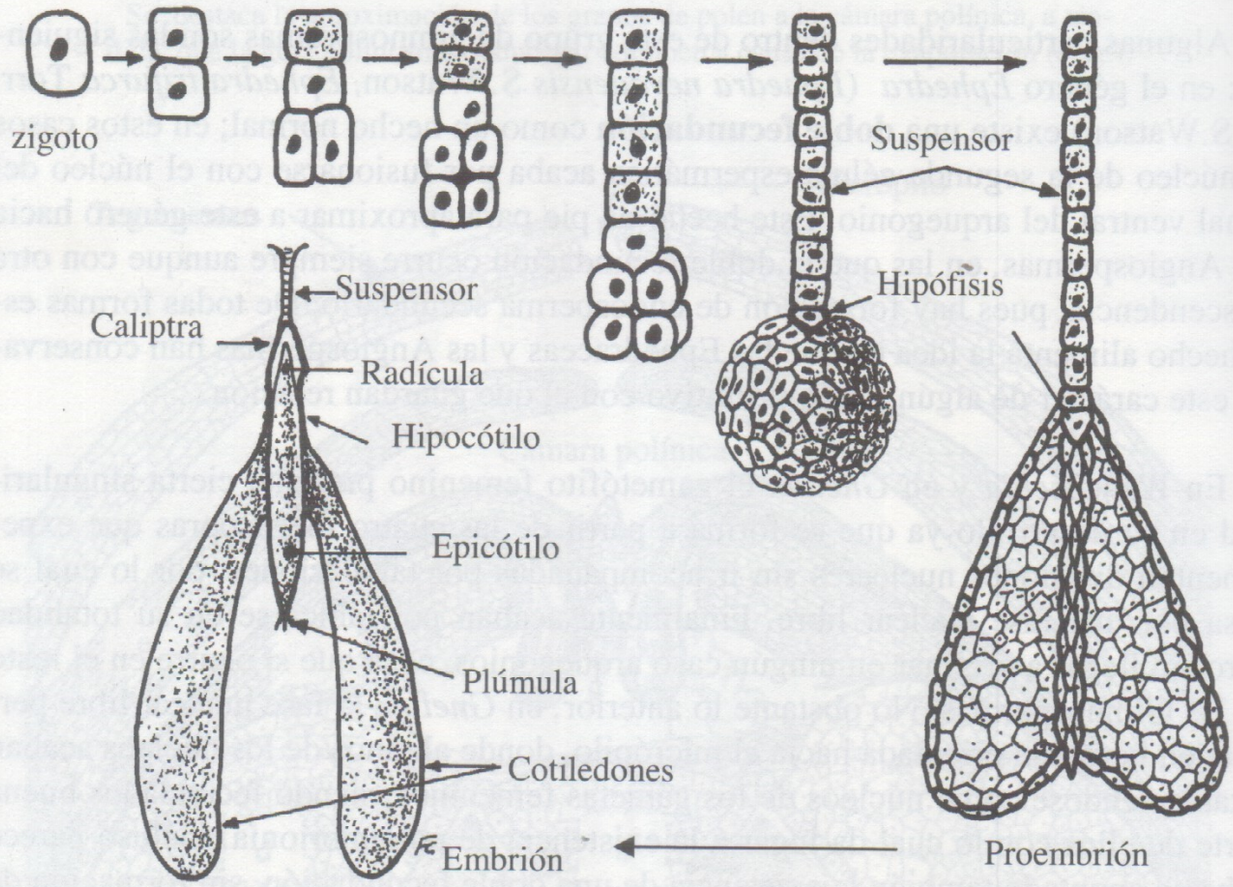
C.- FORMACIÓN DEL EMBRIÓN.

1.- En Angiospermas.

El zigoto formado se divide transversalmente en dos células. La más próxima al micrópilo, la célula basal, se sigue dividiendo rápidamente y originará el **suspen-**

sor del embrión que lo mantiene así unido al saco embrionario. La más alejada del micrópilo, la célula terminal, se divide longitudinalmente en dos; éstas se siguen dividiendo progresivamente formando un cuerpo globuloso pluricelular unido al extremo del suspensor por medio de una o varias células que constituyen la **hipófisis**, de la que derivarán la **caliptra**, la **radícula** y la **zona pilífera** de ésta. Posteriormente se van creando dos masas de células en forma de "Y" invertida. Llega un momento en el que se puede distinguir el esbozo de las distintas partes del embrión (proembrión).

Las dos grandes masas de células situadas lateralmente forman los **cotiledones** (en las monocotiledóneas sólo hay una masa de células), que harán la función de primeras hojas cuando la semilla germine. Entre los cotiledones se diferencia un pequeño grupo de células que formarán la **plúmula** con una diminuta yema que dará lugar al **tallo** de la nueva plántula. Otro pequeño grupo de células situadas en la región limitante con el suspensor dará lugar a la **radícula** con la **caliptra.**

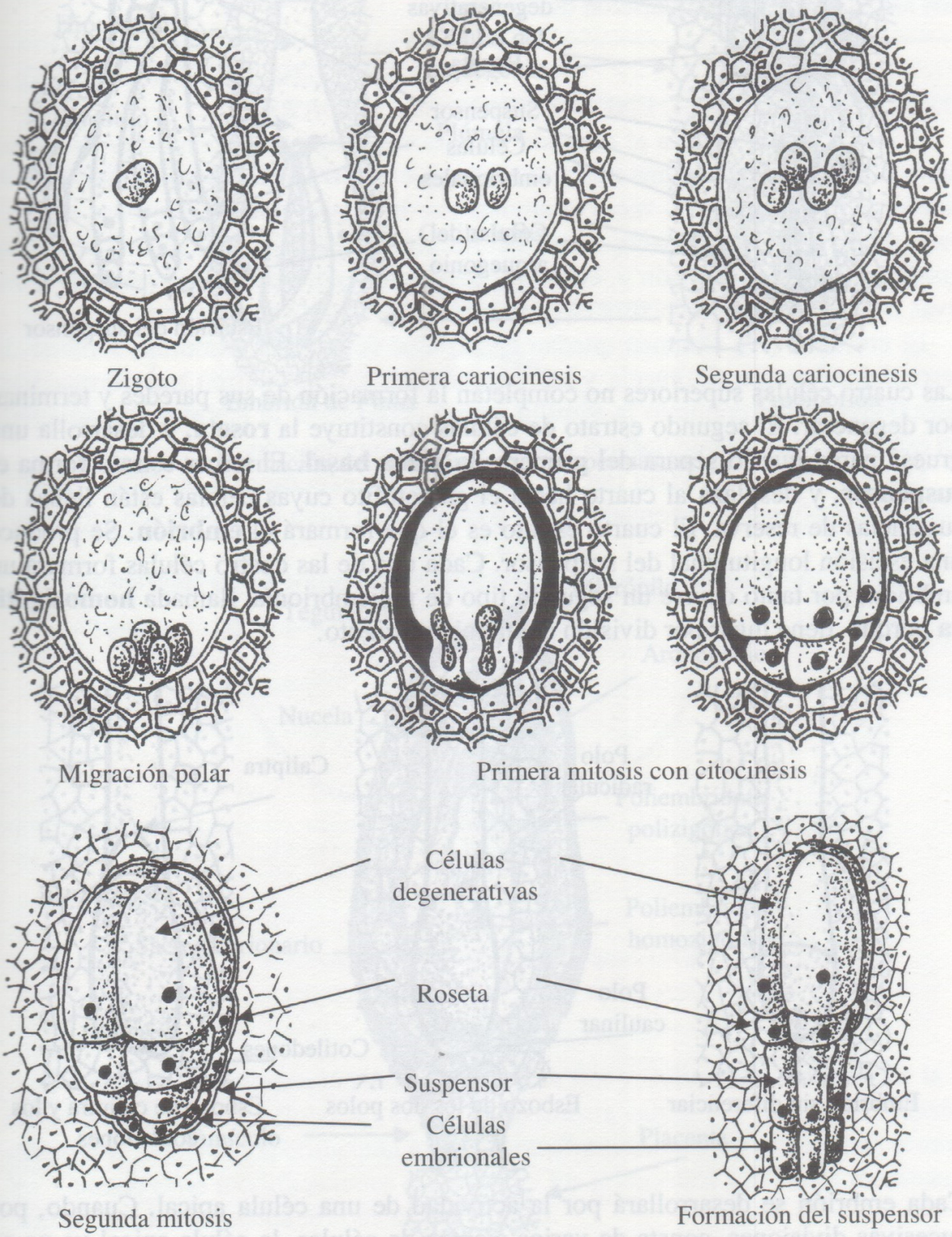


Formación del embrión en angiospermas (orig.).

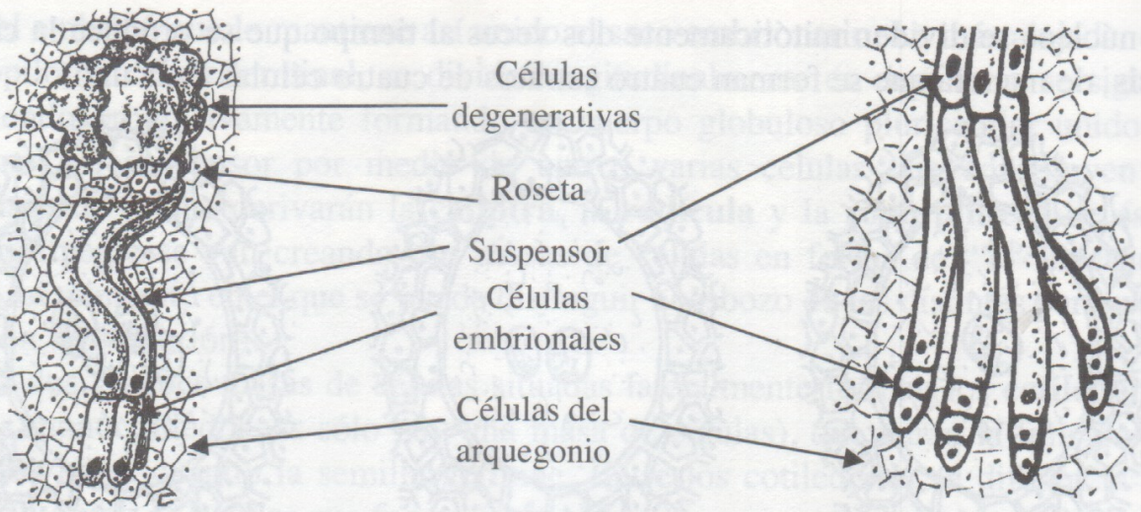
2.- En Gimnospermas.

Una vez formado el zigoto, se producen dos divisiones sucesivas de los núcleos celulares (**cariocinesis**), sin la división de citoplasma. Los cuatro núcleos se desplazan hasta el fondo de la célula donde se disponen en un solo plano. Allí los cua-

tro núcleos se dividen mitóticamente dos veces al tiempo que se produce la **citocinesis**, de manera que se forman cuatro estratos de cuatro células cada uno.

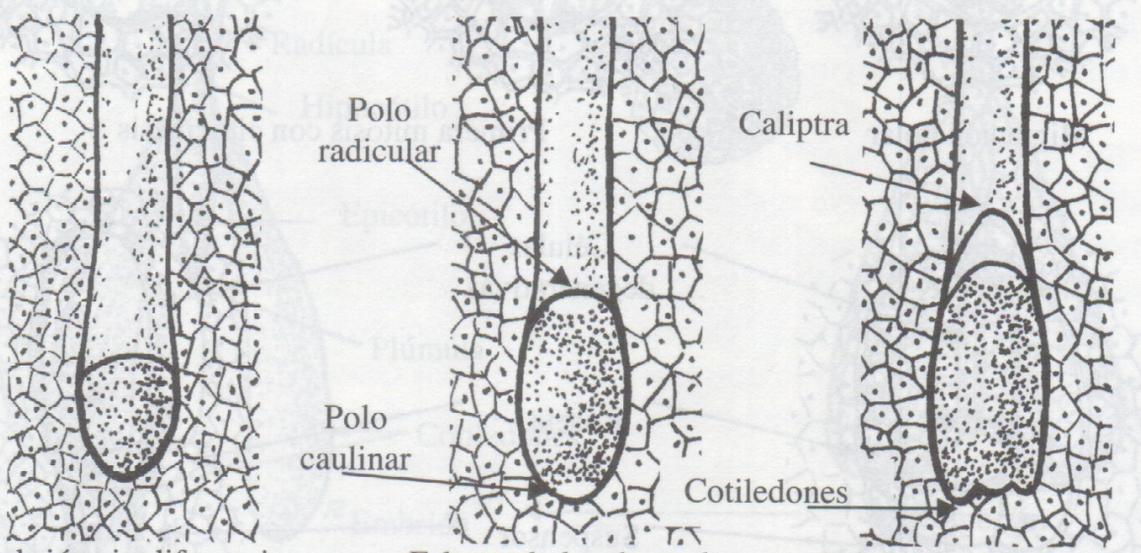


Formación del proembrión en gimnospermas (orig.).



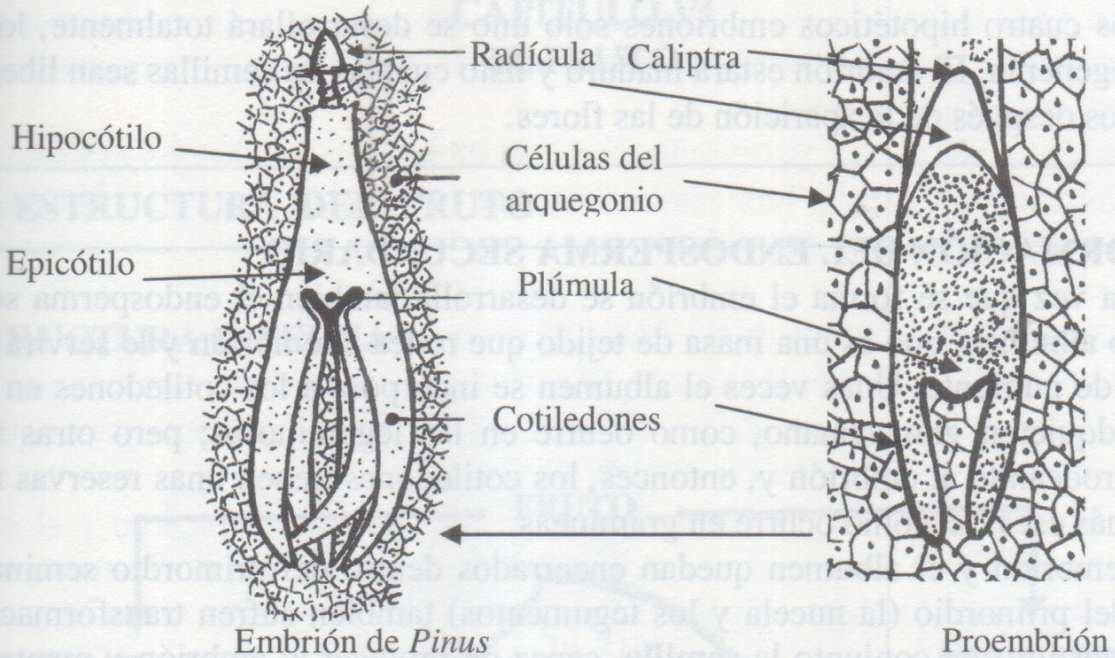
Escisión del suspensor

Las cuatro células superiores no completan la formación de sus paredes y terminan por degenerar. El segundo estrato de células constituye la **roseta,** y desarrolla una gruesa pared que lo separa del primero: la **placa basal.** El tercer estrato forma el **suspensor**, y desplaza al cuarto hacia el gametófito cuyas células están llenas de sustancias de reserva. El cuarto estrato es el que formará el **embrión**. Se produce una escisión longitudinal del suspensor. Cada una de las cuatro células formará un embrión; por tanto ocurre un segundo tipo de poliembrionía, llamada **homozigótica** porque tiene lugar por división de un mismo zigoto.

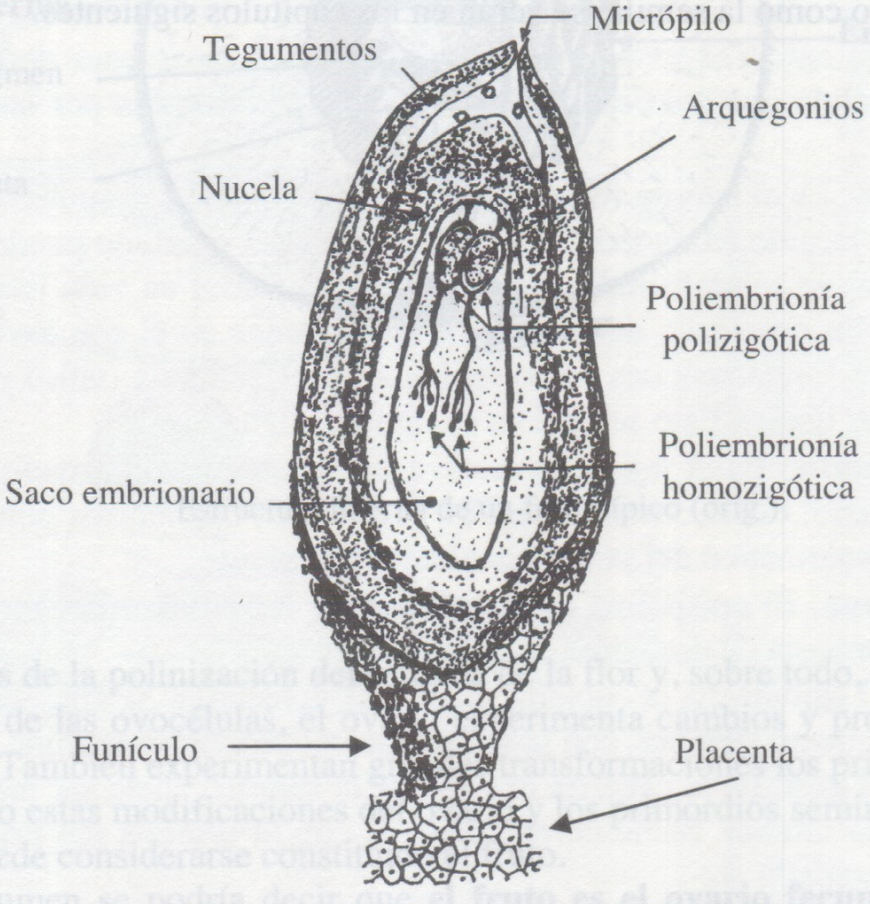


Embrión sin diferenciar | Esbozo de los dos polos | Esbozo de caliptra y los cotiledones

Cada embrión se desarrollará por la actividad de una célula apical. Cuando, por sucesivas divisiones, consta de varios cientos de células, la célula apical ya no se diferencia. Lo primero que se desarrolla en el embrión son los polos **radicular** y **caulinar,** y por último se inician los ocho o diez cotiledones por encima del eje hipocótilo-radicular.



Formación del embrión en gimnospermas (orig.).



Sección longitudinal de primorido seminal de *Pinus*

En la imagen anterior se pretende dar una visión global del lugar donde se desarrolla la embriogénesis, para no perder la visión de conjunto (orig.).

De los cuatro hipotéticos embriones sólo uno se desarrollará totalmente, los demás degeneran. El embrión estará maduro y listo cuando las semillas sean liberadas dos años después de la aparición de las flores.

D.- FORMACIÓN DEL ENDOSPERMA SECUNDARIO

A la vez que se forma el embrión se desarrolla también el endosperma secundario o albumen, que es una masa de tejido que rodea al embrión y le servirá en el futuro de nutriente. Unas veces el albumen se incorpora a los cotiledones en cuyo caso adquieren gran tamaño, como ocurre en las leguminosas; pero otras veces queda rodeando al embrión y, entonces, los cotiledones tienen unas reservas nutritivas más escasas, como ocurre en gramíneas.

El embrión y el albumen quedan encerrados dentro del primordio seminal. El resto del primordio (la nucela y los tegumentos) también sufren transformaciones para constituir en conjunto la **semilla**, capaz de proteger al embrión y mantenerlo en estado de vida latente hasta el momento de la germinación.

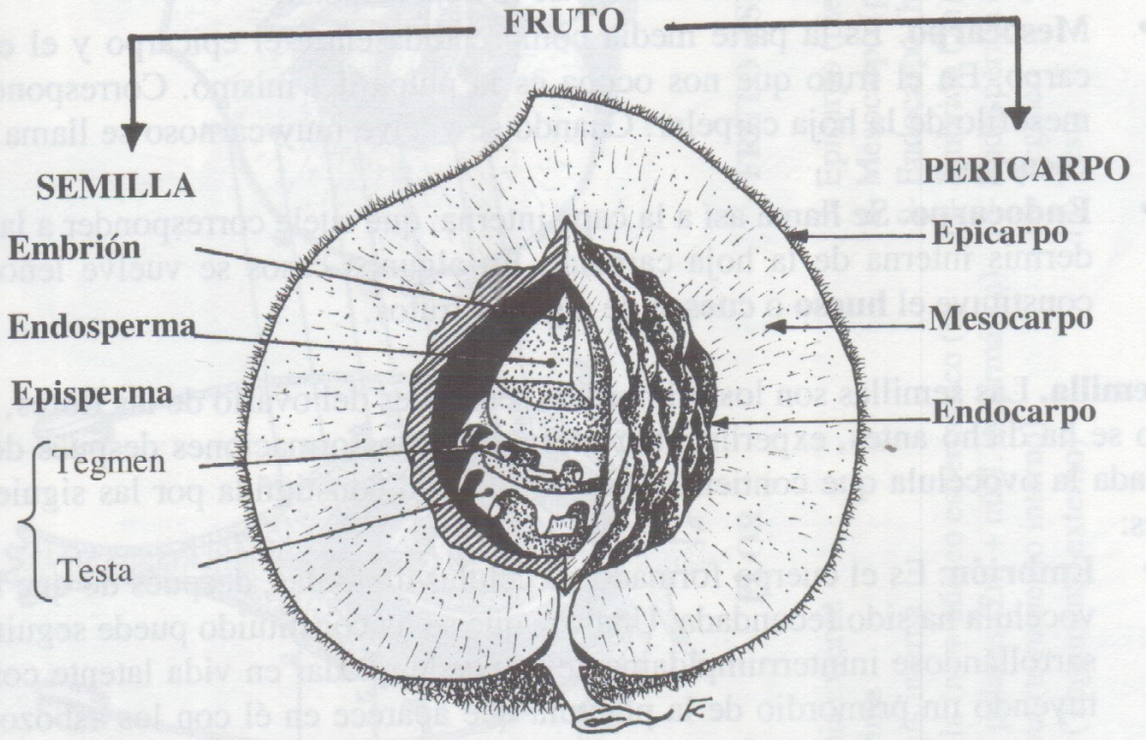
Mientras tanto, el ovario (en las angiospermas) experimenta profundas modificaciones, acabando por convertirse en un **fruto** que sirve de protección temporal a la semilla.

Tanto el fruto como la semilla se verán en los capítulos siguientes.

CAPÍTULO VI
EL FRUTO

1.- ESTRUCTURA DEL FRUTO

ESTRUCTURA INTERNA



Estructura interna de un fruto típico (orig.).

Después de la polinización del estigma de la flor y, sobre todo, después de la fecundación de las ovocélulas, el ovario experimenta cambios y profundas transformaciones. También experimentan grandes transformaciones los primordios seminales. Cuando estas modificaciones del ovario y los primordios seminales terminan es cuando puede considerarse constituido el fruto.

En resumen se podría decir que **el fruto es el ovario fecundado, transformado y maduro**; pero, dado que todas las plantas no tienen la misma estructura en sus órganos reproductores, esa definición sería un tanto insuficiente. En sentido más amplio se podría considerar, según Beck, Pascher y Pohl, que "**fruto es todo órgano vegetal, debidamente transformado, que encierra en sí las semillas hasta que están maduras, para luego diseminarlas o para desprenderse de la planta junto con ellas**".

Según estos autores lo esencial del fruto son las semillas y el pericarpo que las guarda, sea cual fuere la procedencia del pericarpo. Los demás componentes deben considerarse partes accesorias.

Aclarado lo anterior, e independientemente de las diferencias que existen entre los distintos tipos de fruto, nos vamos a centrar en la estructura de un fruto típico en el que se diferencian las siguientes partes:

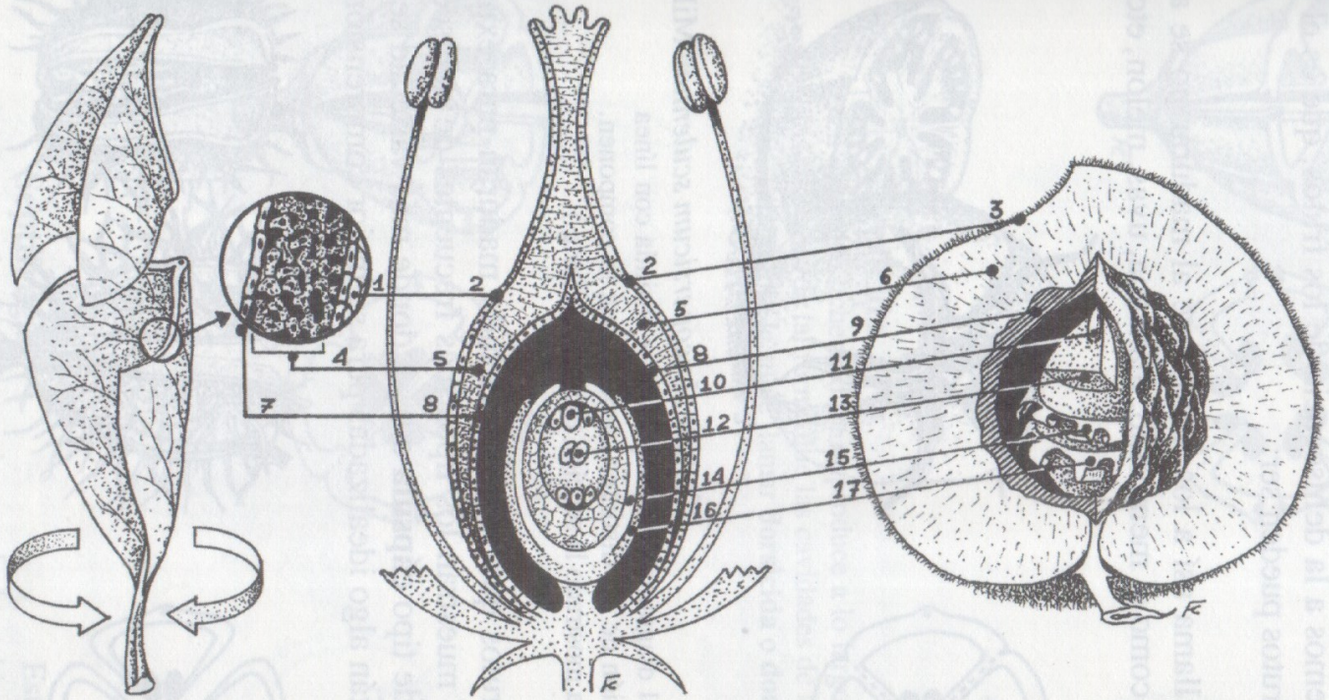
Pericarpo. Es la cubierta de los frutos propiamente dichos y se corresponde a la hoja carpelar más o menos modificada. El pericarpo, a su vez está formado por:

- **Epicarpo**. Es la piel de los frutos. Es la capa más externa, que suele corresponder a la epidermis externa de la hoja carpelar.
- **Mesocarpo**. Es la parte media comprendida entre el epicarpo y el endocarpo. En el fruto que nos ocupa es la pulpa del mismo. Corresponde al mesófilo de la hoja carpelar. Cuando se vuelve muy carnoso se llama **sarcocarpo**.
- **Endocarpo**. Se llama así a la capa interna, que suele corresponder a la epidermis interna de la hoja carpelar. En algunos casos se vuelve leñoso y constituye el **hueso** o **cuesco** de algunos frutos.

Semilla. Las semillas son los primordios seminales del ovario de las flores, que, como se ha dicho antes, experimentan profundas transformaciones después de fecundada la ovocélula que contienen. La semilla está constituida por las siguientes partes:

- **Embrión**. Es el cuerpo formado de células diploides, después de que la ovocélula ha sido fecundada. Una vez que se ha constituido puede seguir desarrollándose ininterrumpidamente, o puede quedar en vida latente constituyendo un primordio de la plántula que aparece en él con los esbozos de sus partes fundamentales como radícula (raíz), plúmula (tallo) y los cotiledones (las hojas). Esto se verá en el capítulo siguiente.
- **Endosperma**. Es el tejido de reserva de las semillas, formado en el saco embrionario, como consecuencia de la unión de los núcleos polares con un núcleo espermático del polen. Es un tejido triploide.
- **Episperma**. El episperma es la cubierta de la semilla que, generalmente, está compuesta de dos capas, a saber:
    - **Tegmen**. Es la cubierta interna de la semilla. Se corresponde, aunque no siempre, con la secundina del primordio seminal.
    - **Testa**. Es la cubierta externa de la semilla, suele ser más dura que la interna. Suele corresponderse con la primina del primordio seminal.

A continuación se muestra, de forma idealizada, la posible evolución desde una hoja carpelar hasta un fruto típico.



HOJA CARPELAR **FLOR** **FRUTO – SEMILLA**

1- Epidermis externa (envés)
4- Mesófilo (parénquima)
7- Epidermis interna (haz)

2- Epidermis externa
5- Parénquima
8- Epidermis interna
10- Ovocélula (n) + núcleo espermático (n)
12- Núcleos polares (2n) + núcl. espermát.(n)
14- Secundina (tegumento interno)
16- Primina (Tegumento externo)

3- Epicarpo (piel) } Pericarpo
6- Mesocarpo (pulpa) } Pericarpo
9- Endocarpo (hueso) } Pericarpo
11- Embrión (2n) } Semilla
13- Endosperma (3n) } Semilla
15- Tegmen } Semilla
17- Testa } Semilla
Fruto

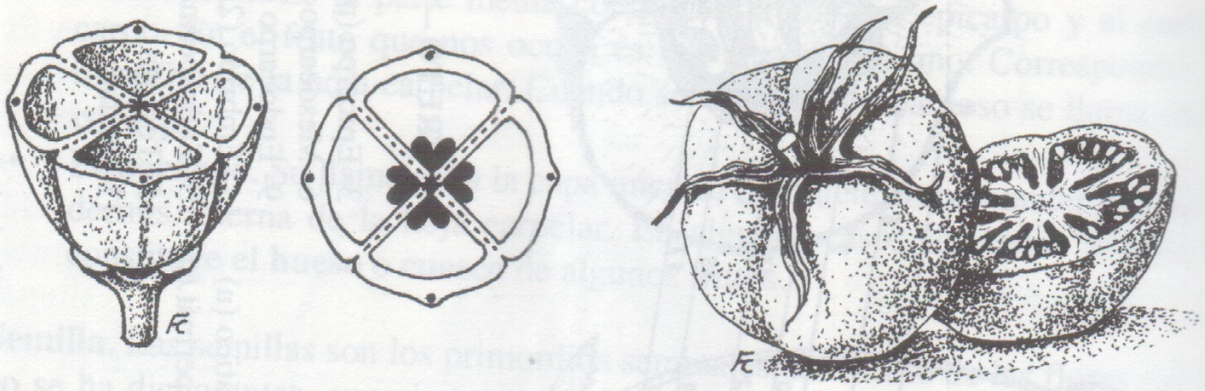
Génesis del fruto y de la semilla (orig.).

2.- TIPOS DE DEHISCENCIA EN LOS FRUTOS

En sentido amplio, la dehiscencia es el fenómeno por el cual un órgano se abre espontáneamente, cuando llega a su madurez, para expulsar los elementos que se han formado en su interior, tales como esporas, gametos, polen o semillas.

En este apartado nos referiremos a la dehiscencia de los frutos, que es el tema que nos ocupa. Según esto, los frutos pueden ser:

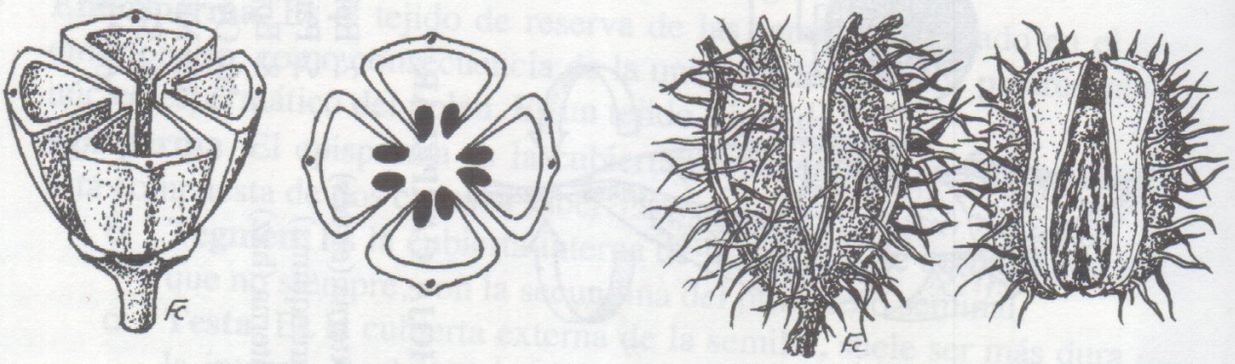
A. **INDEHISCENTES**. Se les llama así a los frutos que al madurar no se abren para expulsar sus semillas, tales como el membrillo, manzana, uvas, melón, etc.



Indehiscente Tomate, *Lycopersicum sculentum* Miller

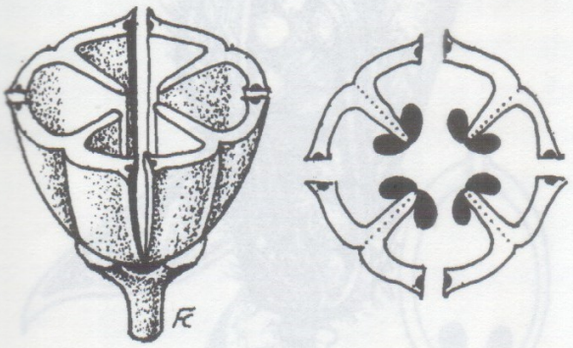
Fruto indehiscente. En el diagrama de la izquierda se insinúa con línea de puntos la zona de unión de los distintos carpelos que lo componen. En ambas imágenes se ha mostrado la sección transversal (orig.).

B. **DEHISCENTES.** Son los frutos que se abren cuando maduran para expulsar sus semillas. A continuación se muestran los tipos más frecuentes de dehiscencia en los frutos, sobre todo en los de tipo **cápsula** que es donde más variedad se presenta. Las primeras imágenes están algo idealizadas para su mejor comprensión.



Septicida Ricino, *Ricinus communis* L.

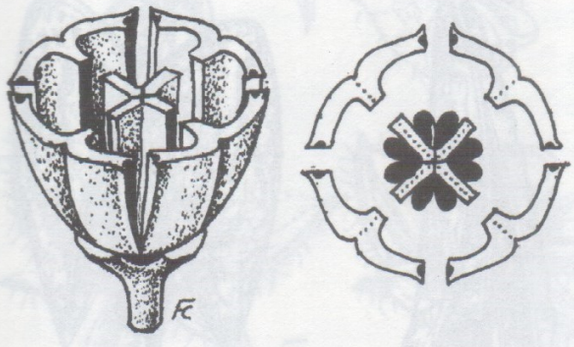
La hendidura se produce en los tabiques que separan los lóculos, por un plano paralelo a los mismos; dicha fractura divide a cada tabique en dos mitades justo por la superficie de unión de las hojas carpelares. A la derecha se aprecia en detalle un lóculo conteniendo una semilla (orig.).

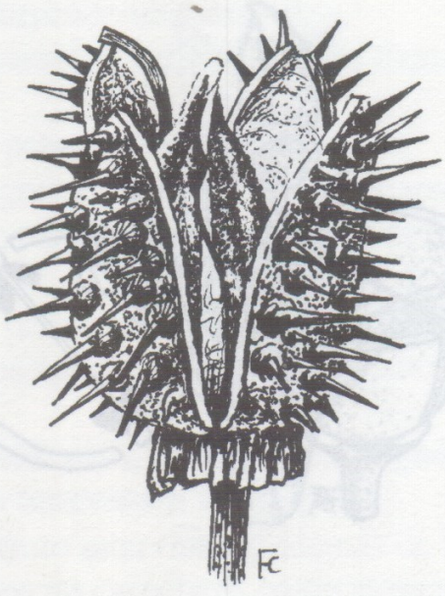


Loculicida

Pita, *Agave americana* L.

En este caso la hendidura se produce a lo largo de los nervios medios de los carpelos; de tal forma que las cavidades de los lóculos quedan destruidas. También se le suele llamar **dorsicida** o **dorsal** (orig.).

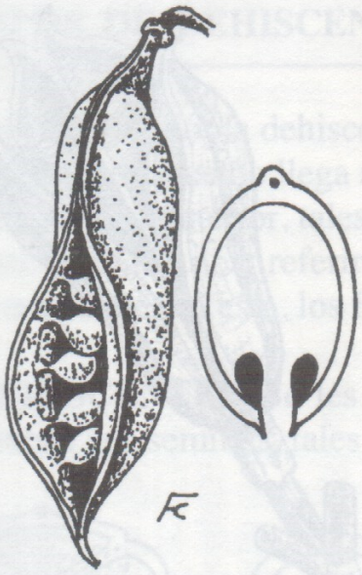




Septífraga

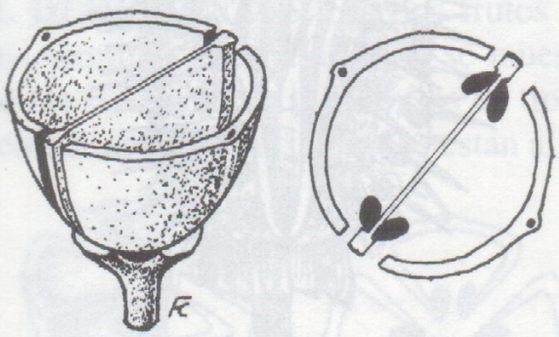
Estramonio, *Datura stramonium* L.

Se llama así a la dehiscencia cuando los tabiques se fracturan por planos paralelos al eje del fruto y perpendiculares a dichos tabiques. Las porciones internas de los tabiques quedan unidas formando una columna central axial. Generalmente suele complementarse con otro tipo de dehiscencia (septicida o loculicida), ya que de otro modo las semillas no tendrían posibilidad de liberarse del fruto. En estos casos en que intervienen dos tipos de fractura, recibe el nombre de dehiscencia **biscida** (orig.).



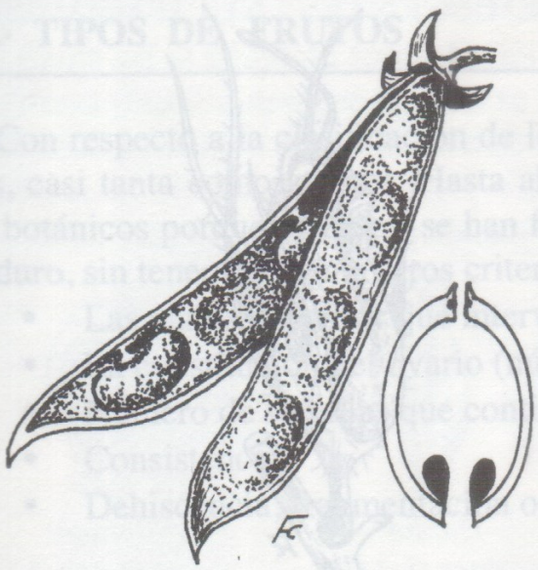
Ventricida *Consolida ajacis* (L.) Schur

Se llama así a la dehiscencia cuando el fruto se abre por la sutura ventral. Este tipo de dehiscencia es típica de los frutos de tipo **folículo**. Puede presentar dos variantes: Si el fruto se raja a lo largo de la parte media de las placentas se llama dehiscencia **placenticida**, como es el caso anterior. Si se rompe por dos fisuras paralelas y muy próximas a las placentas se le llama dehiscencia **placentífraga,** que es el que sigue (orig.).



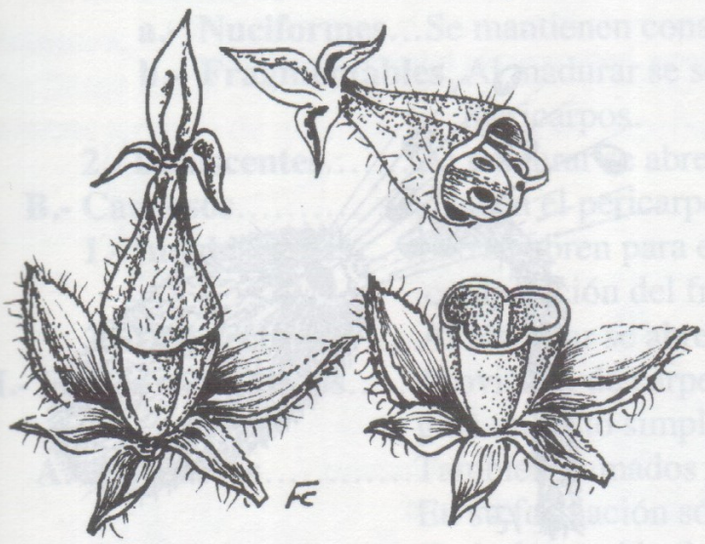
Placentífraga Colza *Brassica rapa* L. Bolsa de pastor *Capsella bursa-pastoris* L.

Como se ha dicho antes, es una variante de la dehiscencia ventricida. En este caso el fruto está formado por dos carpelos abiertos separados por un falso tabique de origen placentario. Esta dehiscencia es típica de los frutos de tipo silicua y silícula de las crucíferas como se ve a la derecha (orig.).



Dorsiventral Laburno, *Laburnum anagyroides* Medicus

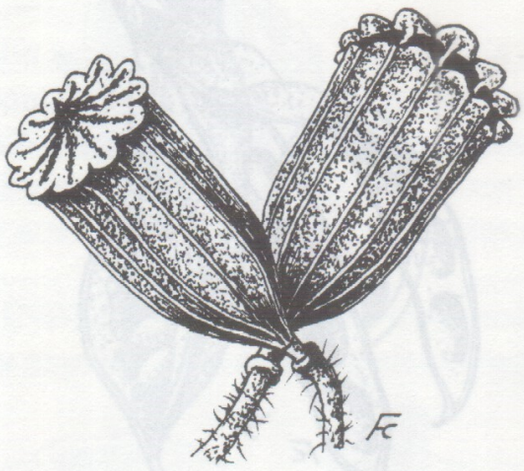
Como el nombre indica, la dehiscencia se produce por dos tipos de formas a la vez. Es decir el fruto se abre por la sutura ventral y por el nervio medio dorsal del carpelo. Este tipo de dehiscencia es típica de los frutos de tipo **legumbre**. Esta es la diferencia fundamental entre un fruto de tipo folículo y otro de tipo legumbre (orig.).



Transversal

Llantén menor *Plantago lanceolata* L. Verdolaga, *Portulaca oleracea* L.

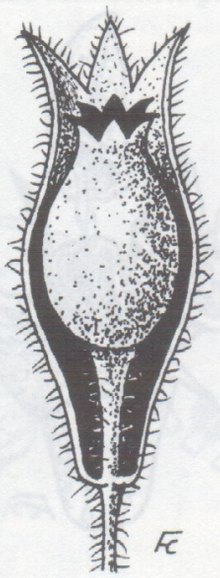
Ocurre este tipo de dehiscencia cuando el fruto se abre al través, según un plano perpendicular al eje del mismo. La parte superior se separa en una pieza a modo de caperuza o tapadera (**opérculo**) y deja al descubierto la parte inferior o **urna**, que contiene las semillas. Esta dehiscencia es típica de los frutos de tipo **pixidio**. A este tipo de dehiscencia también se le suele llamar dehiscencia **circuncisa** u **opercular.** Las dos imágenes anteriores están muy aumentadas (orig.).

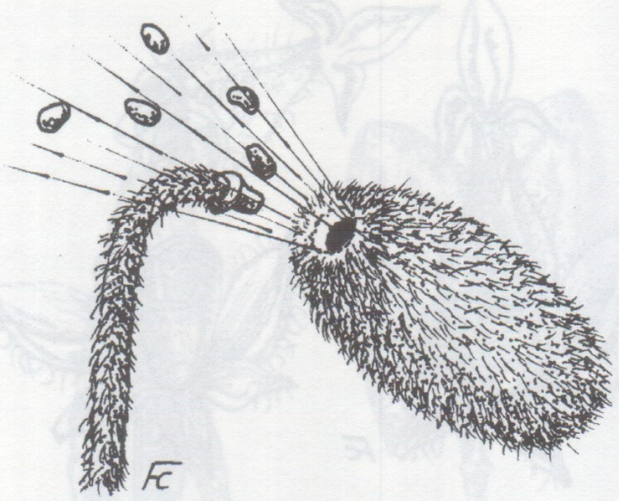


Foraminal

Amapola, *Papaver rhoeas* L. Becerrilla, *Misopates orontium* (L.) Rafin.

Se llama así al tipo de dehiscencia de los frutos en cápsula que se abren por medio de agujeros, poros u otro tipo de aberturas con formas redondeadas, oblongas o irregulares. El número de poros y la posición son fijos para cada especie. A esta clase de dehiscencia se le suele también llamar impropiamente dehiscencia **poricida** (orig.).





Dental

Silene colorata Poiret

Este tipo de dehiscencia se produce por medio de dientes en el ápice de algunas cápsulas. En la imagen se muestra la cápsula sostenida por el **carpóforo** y todo el conjunto en el interior del cáliz gamosépalo seccionado (orig.).

Explosiva

Pepinillo del diablo

Ecballium elaterium (L.) A. Richard

Esta forma de dehiscencia consiste en la expulsión brusca de las semillas cuando la presión interna del contenido jugoso del fruto maduro hace que éste se desprenda de su pedúnculo al menor contacto (orig.).

3.- TIPOS DE FRUTOS

Con respecto a la clasificación de los frutos existe una gran diversidad de criterios, casi tanta como autores. Hasta ahora no se ha conseguido una unidad entre los botánicos porque, a veces, se han fundado en la sola consideración del fruto ya maduro, sin tener en cuenta otros criterios muy importantes como son:

- Las partes de la flor que intervienen en su formación.
- La constitución del ovario (número de carpelos y su disposición).
- Número de semillas que contiene.
- Consistencia.
- Dehiscencia, fragmentación o indehiscencia.

En el presente trabajo se seguirán básicamente los criterios de Gilg y de Schürhoff que, a su vez, siguieron las ideas de Engler. Como hilo conductor nos guiaremos con el siguiente cuadro sinóptico de clasificación de los frutos.

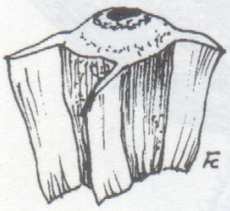
I.- Frutos simples. .....Provienen de un solo carpelo o de varios sincárpicos.
A.- Secos..... Son aquellos que no tienen carnoso el pericarpo.
1.- Indehiscentes.....Al madurar no se abren para expulsar las semillas
a.- Nuciformes...Se mantienen constituyendo una unidad.
b.- Fragmentables. Al madurar se separan en varias unidades llamadas mericarpos.
2.- Dehiscentes.....Al madurar se abren para expulsar las semillas.
B.- Carnosos.....Tienen el pericarpo grueso y de consistencia carnosa.
1.- Indehiscentes.....No se abren para expulsar las semillas, hasta la descomposición del fruto.
2.- Dehiscentes.....Al madurar se abren para expulsar las semillas.
II.- Frutos compuestos.....Provienen de carpelos apocárpicos. Cada carpelo origina un fruto simple.
A.- Colectivos.....También llamados **polifrutos, múltiples, agregados**. En su formación sólo intervienen los carpelos.
B.- Complejos.....En la formación del fruto intervienen, además de los carpelos, otros órganos no carpelares como el receptáculo floral.
III.- Infructescencias.....Proceden de una inflorescencia, la cual interviene por completo en la formación del fruto.
IV.- Pseudofrutos.....Son estructuras vegetales que tienen el aspecto de frutos sin serlo en el sentido estricto, ya que las hojas carpelares no se cierran para formar un ovario.

A continuación se mostrarán diversos ejemplos de cada uno de estos grupos de frutos.

A.- FRUTOS SIMPLES – SECOS – INDEHISCENTES - NUCIFORMES.

Aquenio.

Es el tipo de fruto monospermo con el pericarpo coriáceo no soldado a la semilla. Si los aquenios proceden de un ovario ínfero y más de un carpelo se les llama **cipsela**. Pueden llevar **vilano** (el cáliz más o menos plumoso), o carecer de él.

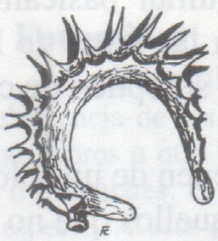


Chrysanthemun coronarium L.

Helianthus annuus L.

Dahlia coccinea (L.) Cav.

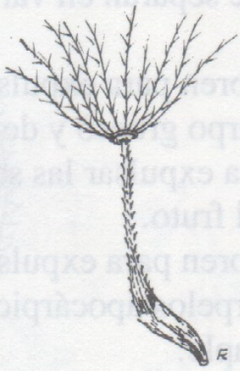
Silphium perfoliatum L.



Calendula arvensis L.

Puede tener hasta seis tipos diferentes de frutos desde la periferia al centro en cada capítulo. A esto se le llama **heterocarpia intracapitular** (orig.).

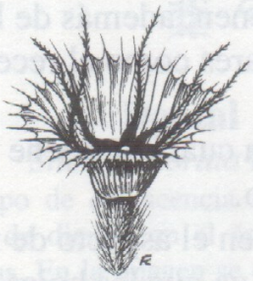
Lactuca serriola L.



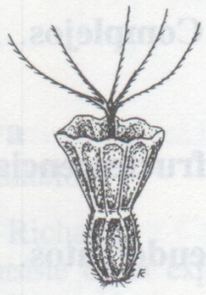
Urospermun picroides (L) Scop.

Cynara cardunculus Wiklund

Bidens sp.



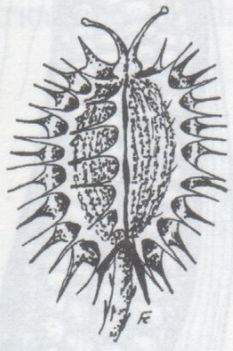
Scabiosa stellata L. (a la derecha, fruto sin el involucelo).



Scabiosa atropurpurea L.

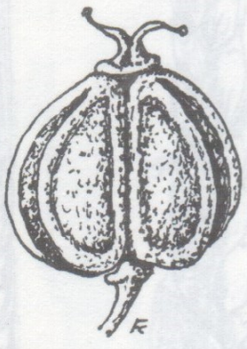
Diversos ejemplos de aquenios, sin proporción de tamaños (orig.).

Diaquenio.
Se llama así al conjunto formado por dos aquenios. Es típico en el fruto de las umbelíferas (familia *Apiaceae*), pero se da en otras especies. Procede de un ovario ínfero bicarpelar.



Daucus carota L.

Conopodium majus (Golian.) Loret.

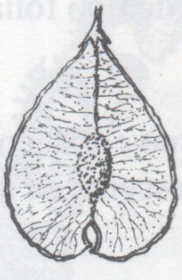


Conium maculatum L.

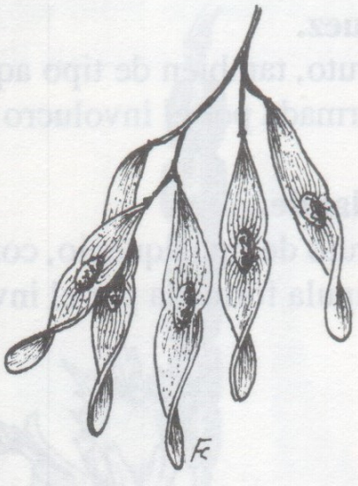
En las imágenes anteriores se muestran tres ejemplos de diaquenios con restos del **estilopodio** en la parte superior, y en el del centro se ve claramente el **carpóforo** al separarse los dos aquenios en la madurez (orig.).

Sámara.
Se llama así al fruto de tipo aquenio provisto de una o más producciones membranáceas a modo de alas, que facilitan la dispersión anemócora.

Fresno
Fraxinus excelsior L.

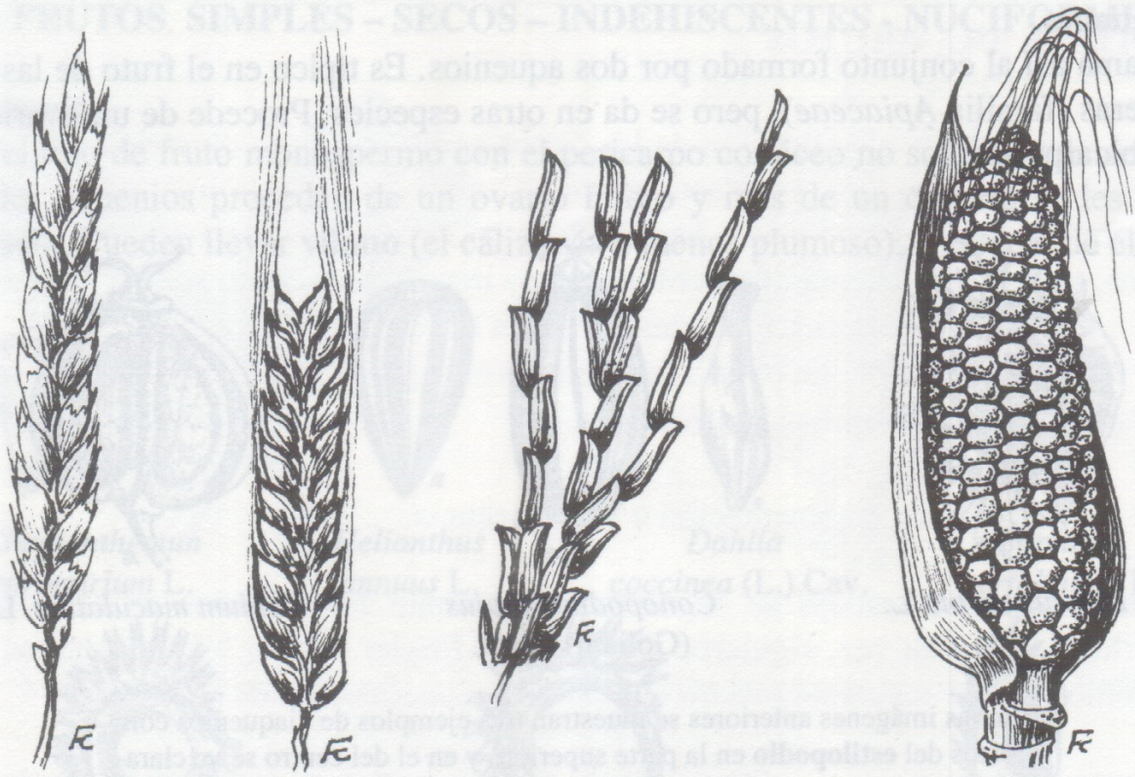


Olmo,
Ulmus minor Miller



Ailanto
Ailanthus altissima Miller

Cariopsis.
Es un tipo de fruto monospermo con el pericarpo delgado y soldado íntimamente a la semilla. Es el fruto típico de las gramíneas.



Trigo
Triticum aestivum L.

Cebada
Hordeum vulgare L.

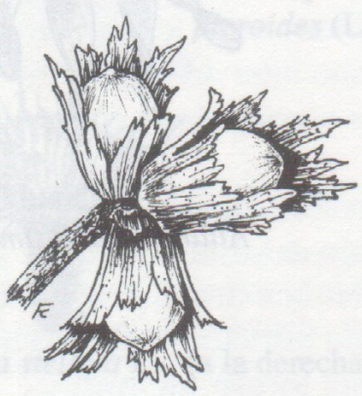
Arroz
Oryza sativa L.
(parte de la panícula)

Maiz
Zea mays L.
Mazorca

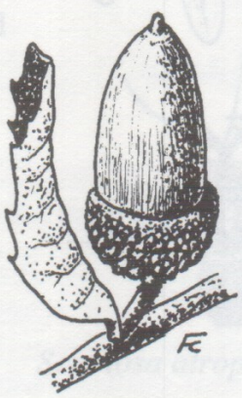
Aunque en las imágenes se muestran las infructescencias completas, en realidad cada grano es un fruto. Además de estos importantes ejemplos, a este tipo de fruto pertenecen también los de la mayoría de las gramíneas (orig.).

Nuez.
Fruto, también de tipo aquenio, con el pericarpo leñoso y protegido por una cúpula formada por el involucro acrescente de tipo foliar.

Glande.
Fruto de tipo aquenio, con el pericarpo coriáceo y protegido en su base por una cúpula formada por el involucro acrescente de aspecto leñoso.



Nuez
Avellano, *Corylus avellana* L. (orig.).

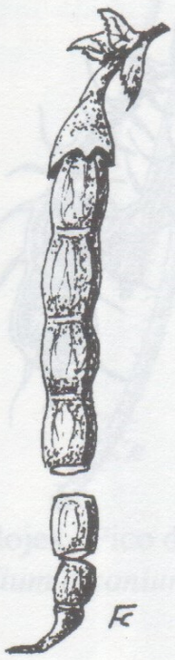


Glande
Alcornoque, *Quercus suber* L. (orig.).

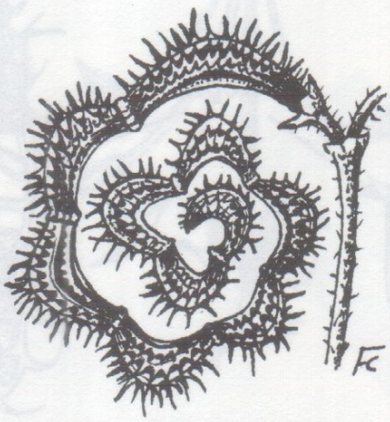
B.- FRUTOS SIMPLES-SECOS-INDEHISCENTES-FRAGMENTABLES.

Lomento.

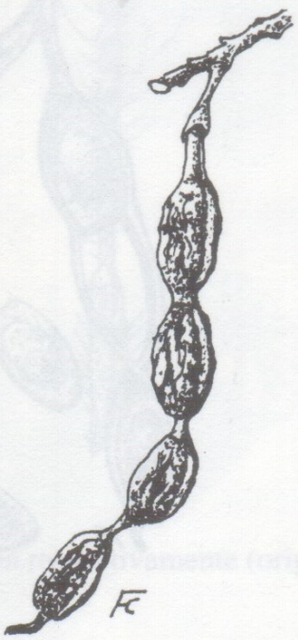
Es un tipo de legumbre indehiscente con constricciones, que al madurar se descompone en fragmentos transversales, separados unos de otros por las citadas constricciones. Cada fragmento contiene una semilla.



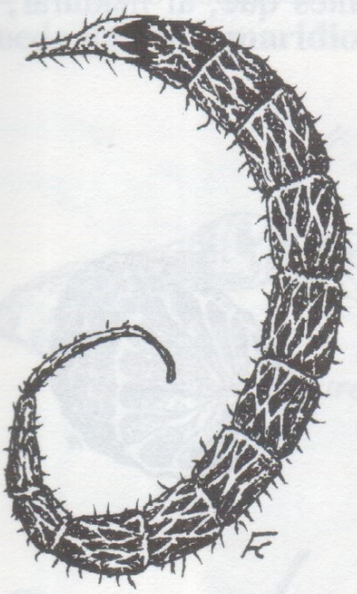
Coronilla glauca L. (orig.).



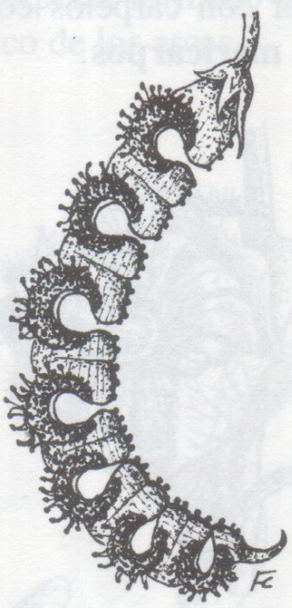
Scorpiurus sulcatus L. (orig.).



Sofora japonica L. (orig.).



Ornithopus compressus L.

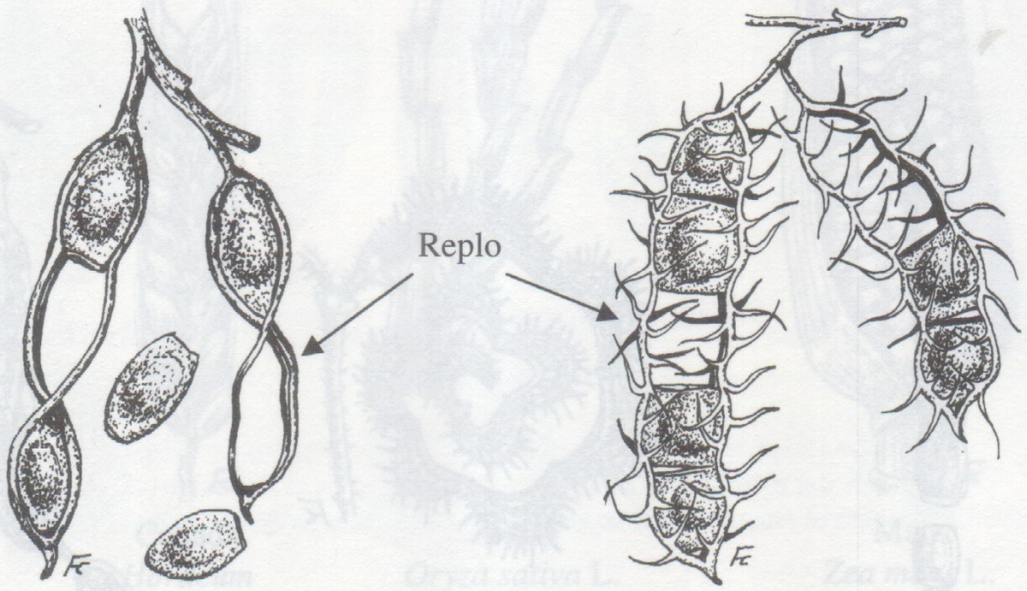


Hippocrepis ciliata Willd.

Raphanus raphanistrum L.

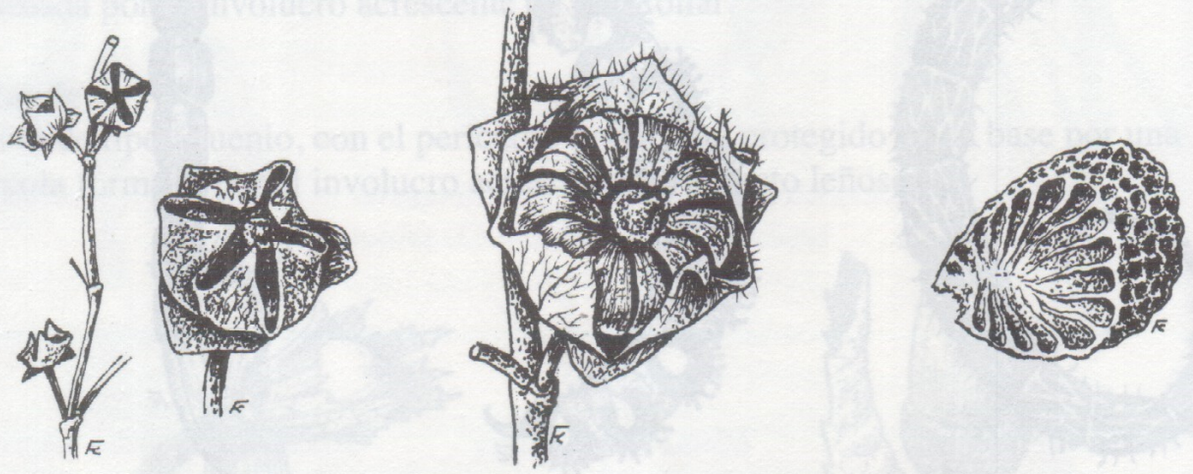
En el caso de *Raphanus raphanistrum* L. se trata de un lomento silicuiforme bicarpelar (**bilomento**), ya que la silicua no se abre sino que se fragmenta tanto transversal como longitudinalmente. Imágenes algo aumentadas (orig.).

Craspedio.
Es un fruto monocárpico que al madurar se descompone en fragmentos transversales monospermos, como el lomento, pero que se diferencia de éste porque en craspedio queda la armadura (**replo**) sobre su pedicelo y los fragmentos se separan de ella.



Ejemplos de craspedio en *Mimosa* (orig.).

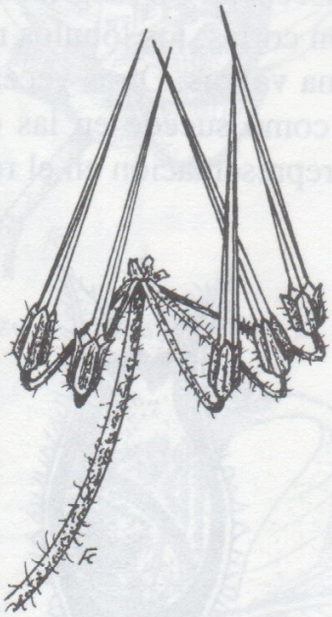
Esquizocarpo.
Es un tipo de fruto policarpelar con carpelos concrescentes que, al madurar, se divide en monocarpos llamados **mericarpos**.



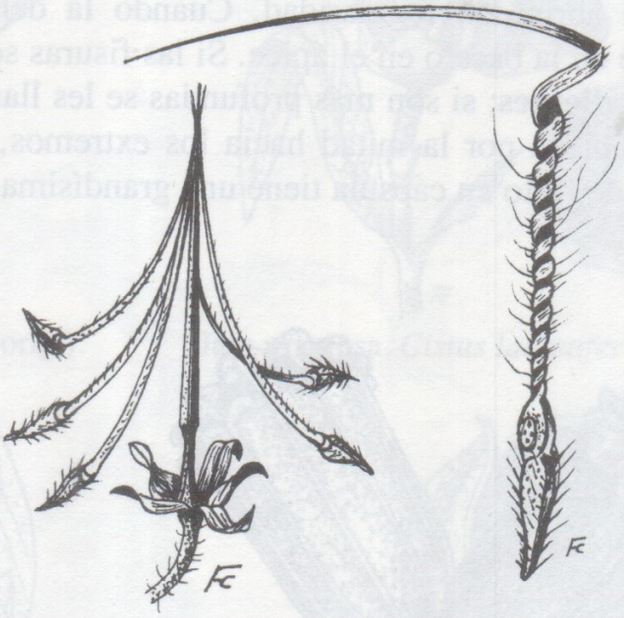
Malva silvestris L.
Imágenes de un fruto aumentadas progresivamente hasta terminar con un mericarpo (orig.).

En las Geraniáceas, los frutos provienen de un gineceo cuyos estilos se sueldan para luego separarse cada uno de la columna axial con su correspondiente carpelo;

además, en el género *Erodium*, el estilo se retuerce como un tirabuzón y esto hace que, al mojarse, gire en sentido contrario facilitando así el enterramiento de la semilla. A este tipo de fruto esquizocárpico se le llama **regma**.

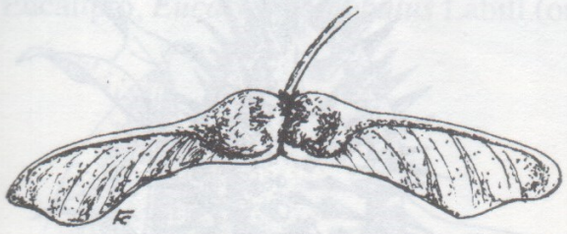


Relojes, Pico de cigüeña
Erodium ciconium (L.) L´Hér.



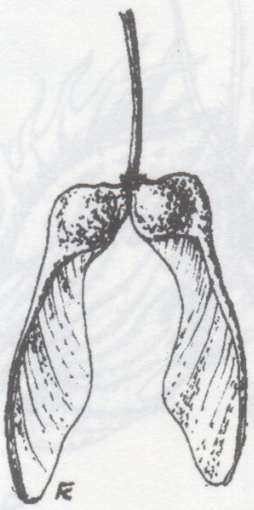
Regmas de *Geranium* y *Erodium* respectivamente (orig.).

Disámara.
Es un fruto esquizocárpico bicarpelar formado por dos sámaras. También se le puede llamar **samaridio.** Es típico de los arces.



Acer campestre L.

Acer platanoides L.



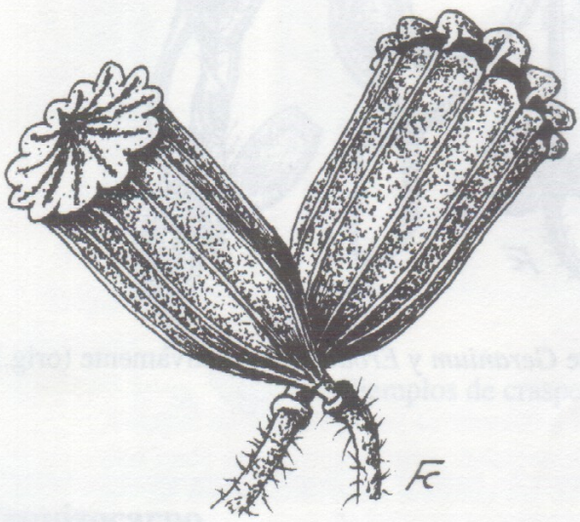
A. monspessulanum L.

Acer negundo L.

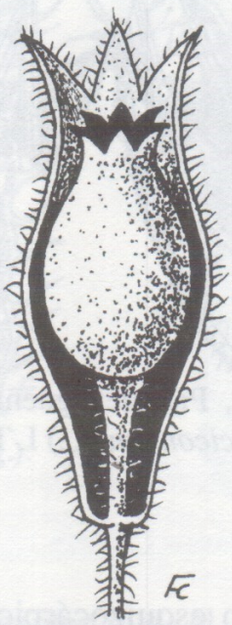
C.- FRUTOS SIMPLES - SECOS - DEHISCENTES.

Cápsula.

Son frutos sincárpicos, de ovarios ínferos o súperos, uniloculares o pluriloculares; se suelen abrir con regularidad. Cuando la dehiscencia es longitudinal puede originarse en la base o en el ápice. Si las fisuras son cortas, los lóbulos resultantes se llaman **dientes**; si son más profundas se les llama **valvas**. Otras veces la dehiscencia empieza por la mitad hacia los extremos, como sucede en las orquídeas. Este tipo de fruto en cápsula tiene una grandísima representación en el reino vegetal.

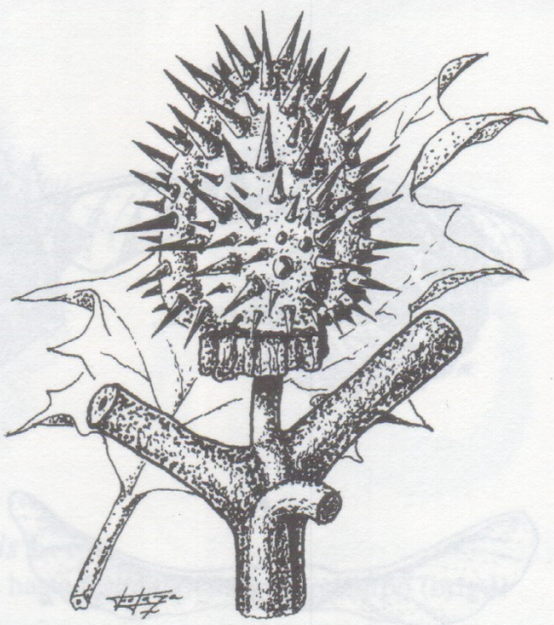


Amapola, *Papaver rhoeas* L. (orig.).

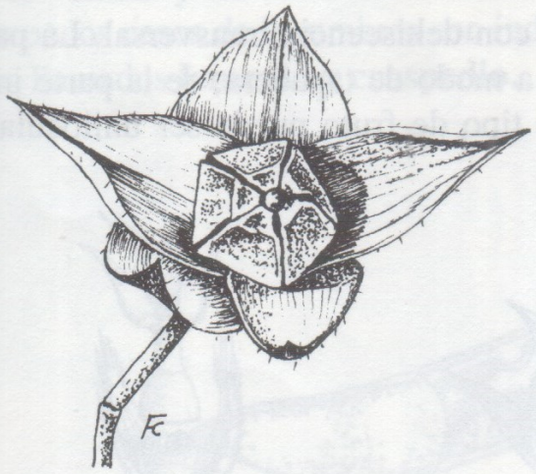


Silene colorata Poiret (orig.).

Misopates orontium (L.) Rafin. (orig.).

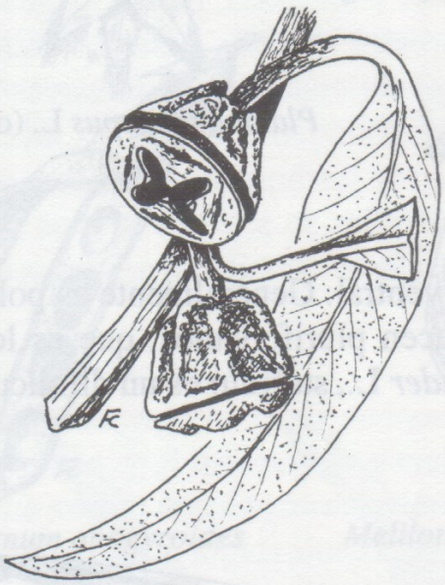


Estramonio, *Datura stramonium* L. (orig.).



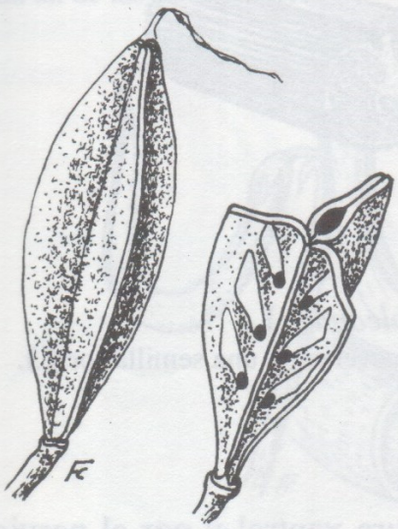
Jaguarzo, *Cistus salvifolius* L. (orig.).

Jara pringosa, *Cistus ladanifer* L. (orig.).

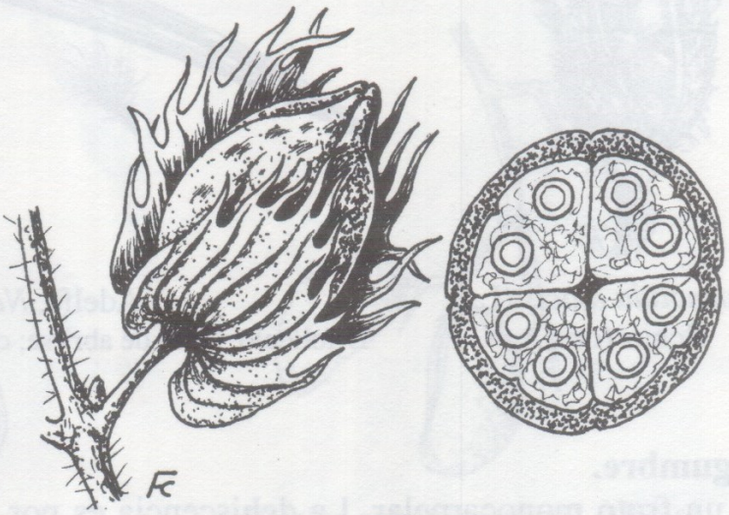


Eucalipto, *Eucalyptus globulus* Labill.(orig.).

Pita, *Agave americana* L. (orig.).

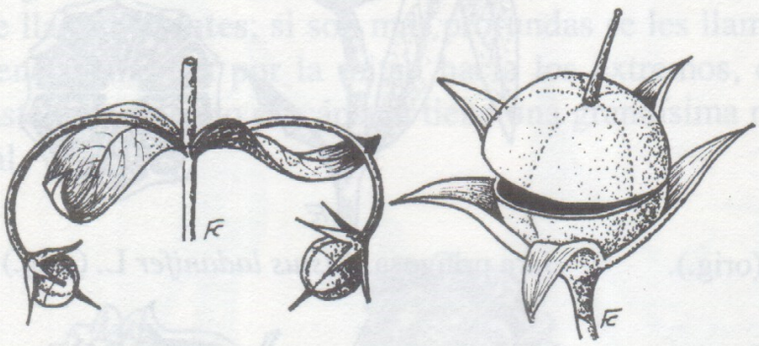


Agapanthus africanus (L.) Hoffman. *(orig.).*



Algodón, *Gossypium herbaceum* L. (orig.).

Pixidio.
Es un fruto sincárpico de tipo cápsula, pero con dehiscencia transversal. La parte superior (**opérculo**) se separa en una pieza, a modo de tapadera, de la parte inferior (**urna**) que es la parte seminífera. Este tipo de fruto puede ser unilocular o plurilocular, pero siempre pluricarpelar.

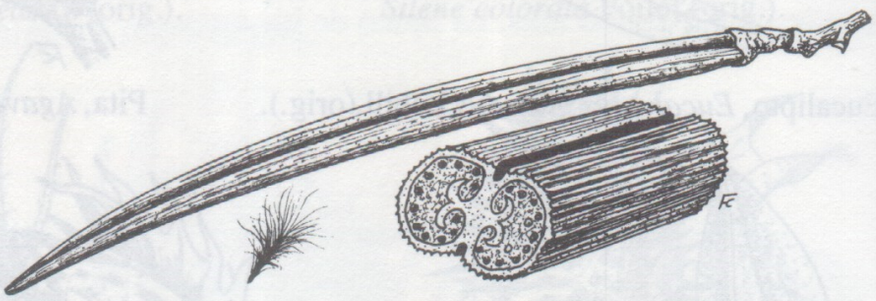


Murajes, *Anagallis arvensis* L. (orig.).

Plantago lagopus L. (orig.).

Folículo.
Es un fruto monocarpelar. Se abre por la sutura ventral. Generalmente es polispermo. Cuando el gineceo es apocárpico se producen plurifolículos, que es lo más frecuente. En el caso de la adelfa, *Nerium oleander* L., su fruto es un difolículo.

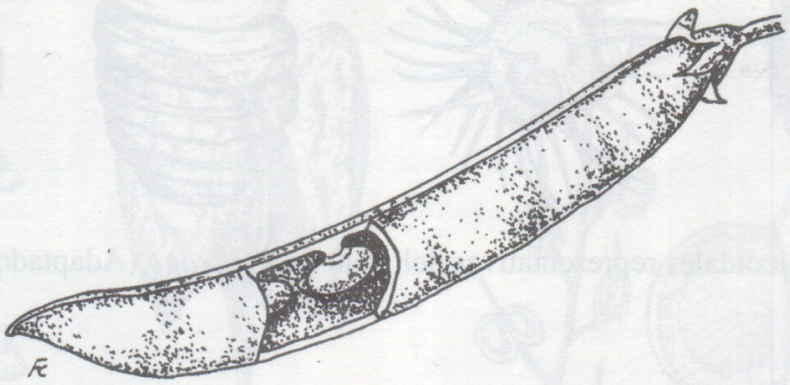
Consolida ajacis (L.) Schur (orig.).



Adelfa, *Nerium oleander* L.
Difolículo antes de abrirse; corte transversal y una semilla (orig.).

Legumbre.
Es un fruto monocarpelar. La dehiscencia es por la sutura ventral y por el nervio medio del carpelo; en eso se diferencia del folículo. En la mayoría de los casos la legumbre es alargada y algo comprimida, pero este fruto presenta una gran varie-

dad de formas y de tamaños. Es un fruto característico de la familia *Fabaceae*. Unos pocos casos de legumbres son indehiscentes, como se ha visto en los tipos de frutos llamados **lomento** y **craspedio.**

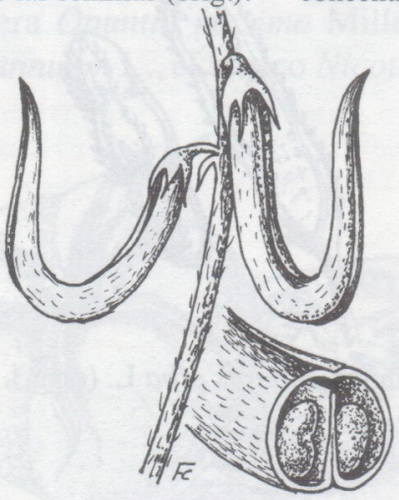


Morfología típica de una legumbre (orig.).

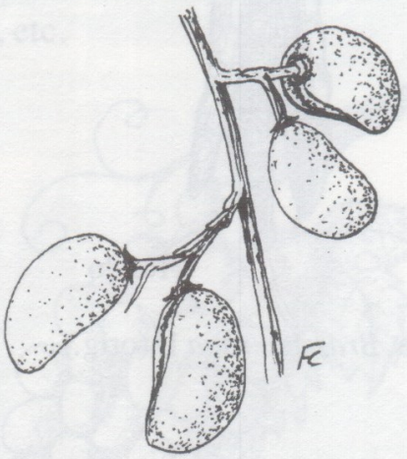
Laburnum anagyroides Medik.
Ligeramente constreñida entre cada un de las semillas (orig.).

Melilotus siculus (Turra) Vitman
Género con frutos estriados concéntrico-reticulados (orig.).

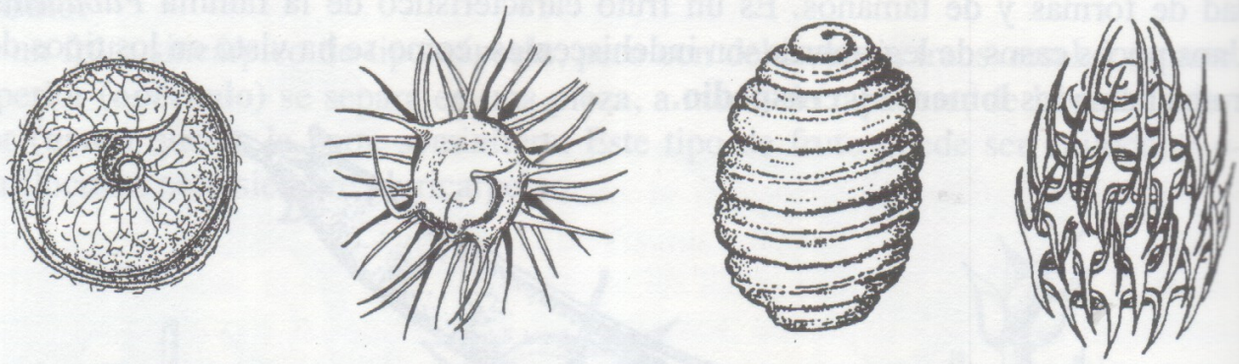
Biserrula pelecinus L.
Bilocular, indehiscente y comprimida dorsalmente (orig.).



Anzuelos, *Astragalus hamosus* L.
Aparentemente es bicarpelar debido a un falso tabique que forma el nervio medio del carpelo (orig.).



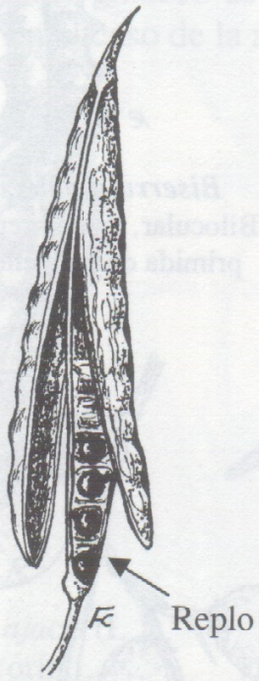
Retama sphaerocarpa (L.) Boiss.
Indehiscente, globosa, lisa, con ápice romo y generalmente monosperma (orig.).



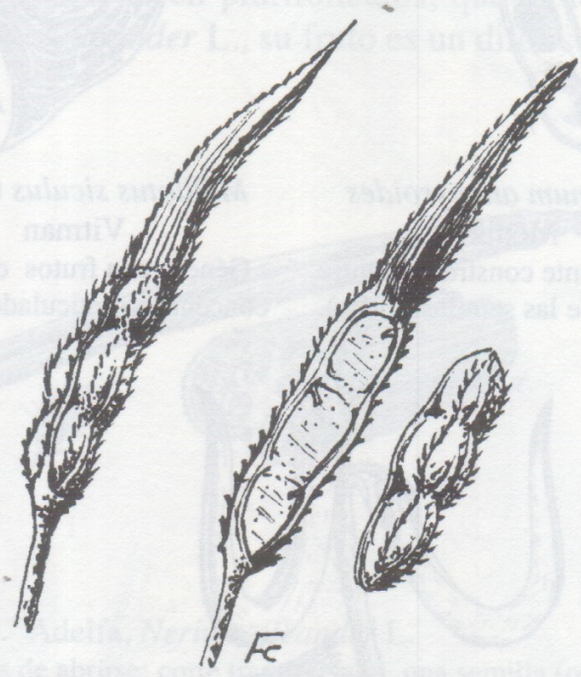
Legumbres helicoidales representativas del género *Medicago* (Adaptado de M.Chirino).

Silicua.

Es un fruto sincárpico capsular de forma angosta y alargada, por lo menos más de dos veces su anchura. Está formado por dos carpelos abiertos y las placentas parietal y marginal. Tiene dehiscencia placentífraga abriéndose en dos valvas comenzando por la base del fruto. Al separarse las valvas dejan entre ambas una especie de bastidor llamado **replo**, que está constituido por los bordes de los carpelos y un falso tabique procedente de la placenta. Las semillas se sitúan a ambos lados del tabique. Este fruto es característico de las crucíferas (familia *Brassicaceae*) aunque no es exclusivo de ella.



Colza, *Brassica rapa* L.(orig.).

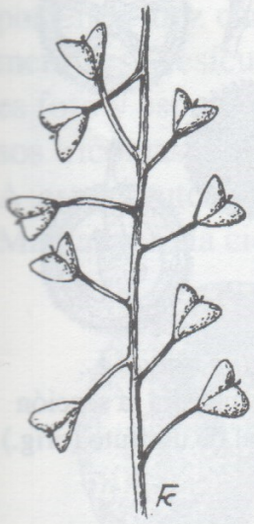


Mostaza blanca, *Sinapis alba* L. (orig.).

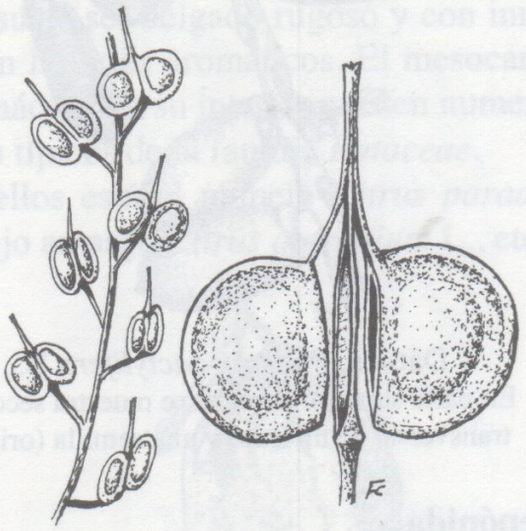
Silícula.

Es un tipo de fruto similar al anterior, que difiere sólo en su tamaño. Es como una silicua corta. No existe uniformidad entre los autores al determinar su tamaño,

pero el más aceptado es, como máximo, entre dos a cuatro veces más larga que ancha. A continuación se muestran algunos ejemplos.



Bolsa de pastor, *Capsella bursa-pastoris* L.



Anteojos, *Biscutella auriculata* L.

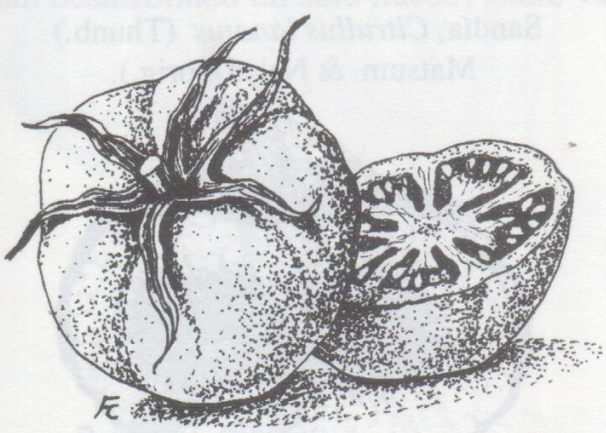
En ambos ejemplos se ha representado una imagen aumentada de un fruto (orig.).

D.- FRUTOS SIMPLES - CARNOSOS - INDEHISCENTES.

Baya.

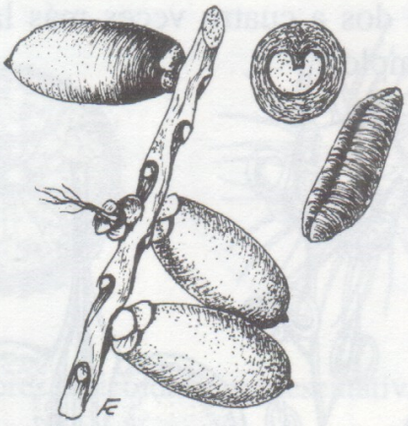
La baya es un tipo de fruto, monocárpico o sincárpico, que suele tener el epicarpo muy delgado, y el mesocarpo y endocarpo carnosos y más o menos jugosos. Generalmente suelen tener formas redondeadas y colores llamativos.

Además de los ejemplos ilustrados que se muestran más adelante, son también bayas los frutos de plantas tan diferentes como la berenjena *Solanum melongena* L., la patata *Solanum tuberosum* L., el plátano o banano *Musa paradisiaca* L., la chumbera *Opuntia maxima* Miller, el caqui *Diospiros kaki* L., el pimiento *Capsicum annuum* L., el tabaco *Nicotiana tabacum* L., etc.

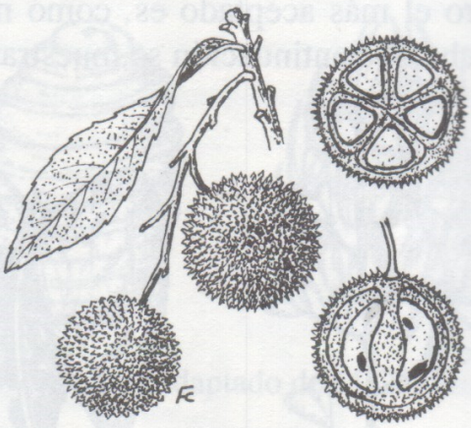


Tomate, *Lycopersicum sculentum* Mill. (orig.).

Uvas, *Vitis vinifera* L. (orig.).



Dátiles, *Phoenix dactylifera* L.
En parte superior derecha se muestra sección transversal de un fruto y una semilla (orig.).

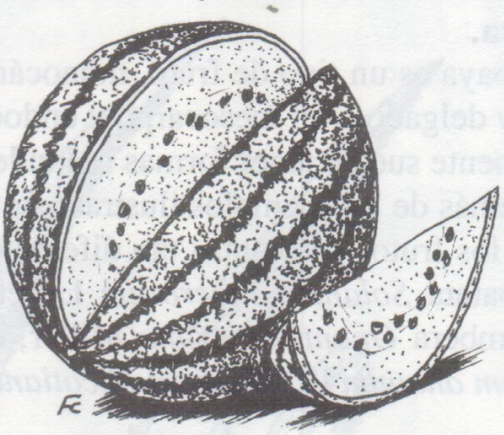


Madroño, *Arbutus unedo* L.
En la parte derecha se muestra la sección transversal y longitudinal de un fruto (orig.).

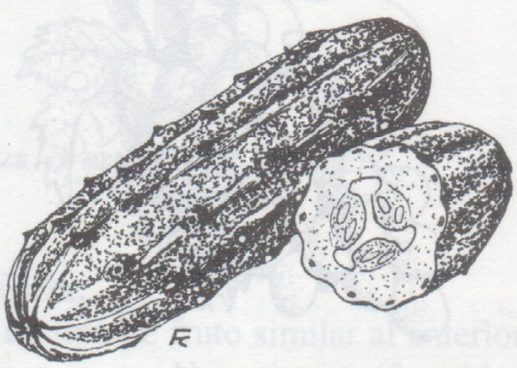
Pepónida.

Es un fruto sincárpico que procede de un ovario ínfero pluricarpelar. Es un fruto carnoso con las placentas muy desarrolladas. La parte externa del pericarpo suele endurecerse, a veces tanto que incluso se vuelve coriácea o leñosa como en algunas calabazas. En algunos se forma una gran cavidad central debido a la reabsorción de los tabiques y de la pulpa, como sucede en las calabazas. Estos frutos son típicos de la familia *Cucurbitaceae* que ostenta los mayores frutos conocidos.

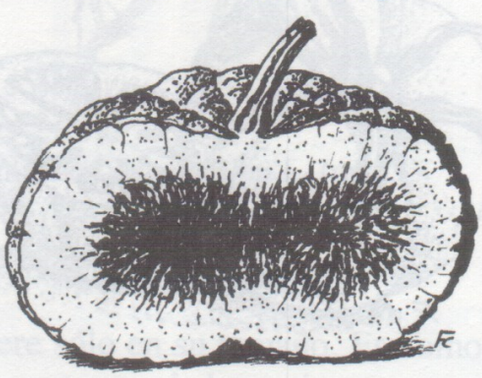
Melón, *Cucumis melo* L. (orig.).



Sandía, *Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai. (orig.).

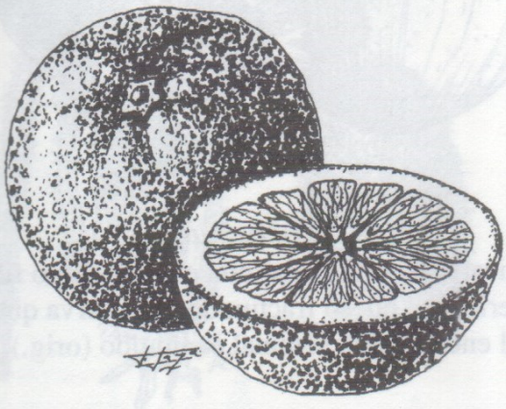


Pepino, *Cucumis sativus* L. (orig.).

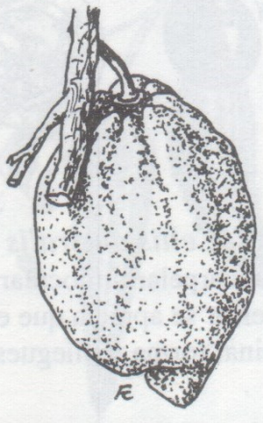


Calabaza, *Cucurbita pepo* L. (orig.).

Hesperidio.
Es un fruto sincárpico que procede de un ovario súpero constituido generalmente por unos diez carpelos cerrados. El epicarpo suele ser delgado rugoso y con innumerables vesículas glandulares que contienen líquidos aromáticos. El mesocarpo es fofo y esponjoso. El endocarpo es membranáceo. En su interior existen numerosos tricomas glandulares repletos de jugo. Son típicos de la familia *Rutaceae*.
A estos frutos se les llaman cítricos; entre ellos está el pomelo *Citrus paradisi* Macfadyen, la cidra *Citrus medica* L, el naranjo amargo *Citrus aurantium* L., etc.

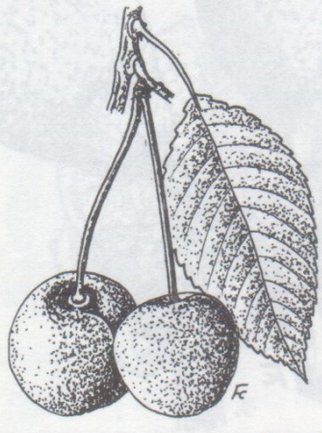


Naranja, *Citrus sinensis* (L.) Osbeck (orig.).



Limón, *Citrus limon* (L.) Burm. (orig.).

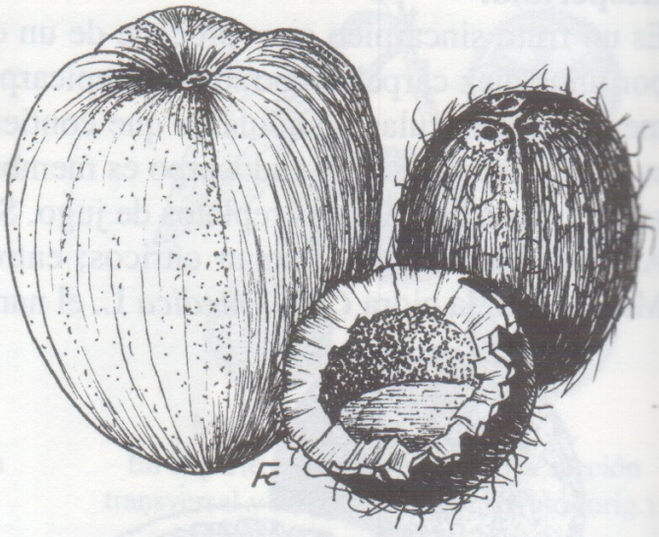
Drupa.
Este tipo de fruto comprende en sentido amplio a cualquier fruto carnoso que contenga un **pireno** (hueso en su interior proveniente de la lignificación del endocarpo). No obstante, cuando se quiere concretar más su morfología, debe proceder de un ovario súpero y poseer un solo carpelo, como el del ciruelo *Prunus domestica* L., el almendro *Prunus dulcis* (Miller) D.A. Webb, o cualquier otro del género *Prunus*. Si la parte carnosa se seca y cae a modo de cáscara, como sucede en el nogal o el almendro, a esos frutos se les llama **trimas.**
Además de la morfología típica anterior, existen drupas que proceden de un ovario sincárpico polilocular (o unilocular por atrofia de los tabiques carpelares) y que han desarrollado un solo hueso, como vemos en algunos ejemplos a continuación.



Cerezas, *Prunus avium* L.
Drupa típica unicarpelar unilocular (orig.).

Nueces, *Juglans regia* L.
Drupa bicarpelar unilocular y monosperma (orig.).

Lames, *Celtis australis* L.
Drupa tetracarpelar unilocular. En la sección inferior se aprecia que el endosperma seminal forma repliegues (orig.).



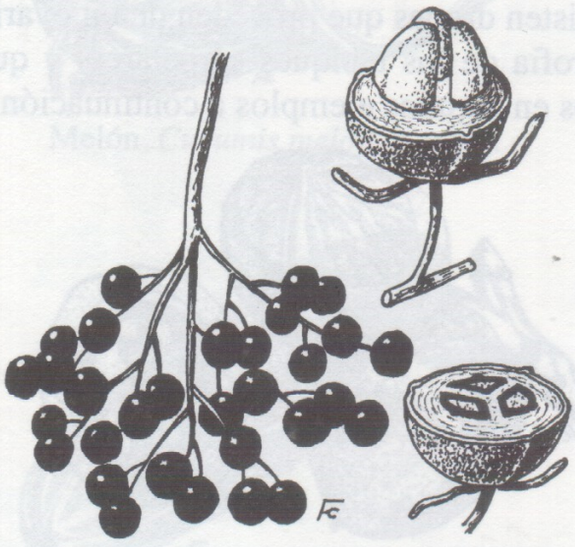
Cocotero, *Cocos nucifera* L.
Drupa tricarpelar unilocular con el mesocarpo fibroso. En el interior del hueso fracturado se observa que parte del endosperma seminal es líquido (orig.).

Drupilanio y **Nuculanio**

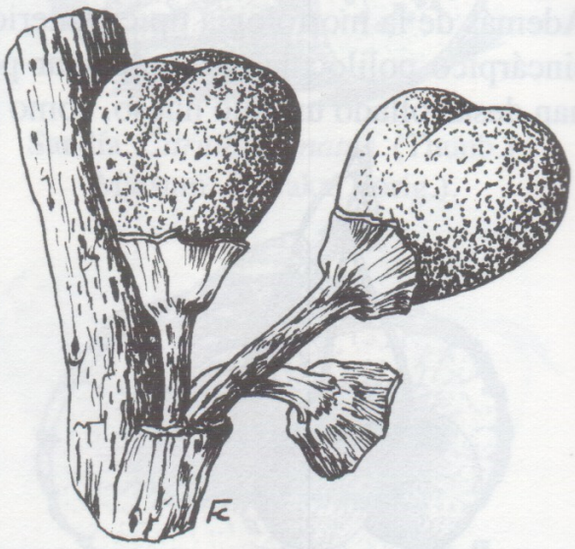
En el primer término suelen incluirse las drupas policarpelares que poseen más de un pireno (hueso), normalmente tantos como carpelos. En el segundo grupo se incluyen drupas policarpelares con un solo pireno pero polilocular.

Algunos autores incluyen también en este grupo las drupas policarpelares uniloculares, como los frutos del nogal y todos los de las Juglandaceas.

Estamos ante uno de esos casos en los que existe gran disparidad de criterio al describir las características de estos dos términos. Tanto es así, que muchos autores clasifican los frutos que tienen estas características con el término genérico "**drupáceo**" sin entrar en más detalles.



Drupilanio
Saúco, *Sambucus nigra* L. (orig.).

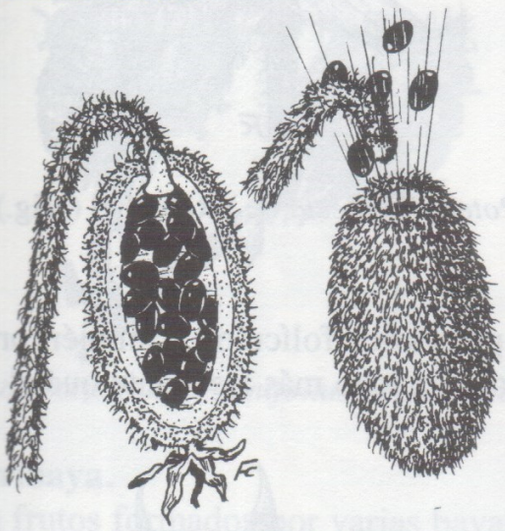


Nuculanio
Rhamnus alpina L. (orig.).

E.- FRUTOS SIMPLES - CARNOSOS - DEHISCENTES.

Elaterio.

Se les llama así a los frutos sincárpicos que, al madurar, se abren bruscamente lanzando sus semillas a cierta distancia. Por ello son también llamados explosivos o espermobólicos.



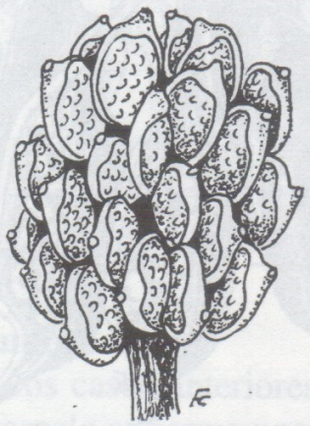
Pepinillo del diablo
Ecballium elaterium (L.) A. Richard
Fruto de tipo pepónida pero dehiscente. Al madurar se desprende súbitamente del pedúnculo y expele las semillas por efecto de su presión interior. En la izquierda sección longitudinal (orig.).

Balsamina, *Impatiens balsamina* L.
Es un fruto de tipo cápsula pero carnosa. Al madurar salta al menor roce lanzando las semillas por doquier debido a la fuerte tensión contenida que soportan las hojas carpelares. Se detalla uno de los frutos en ese mismo momento (orig.).

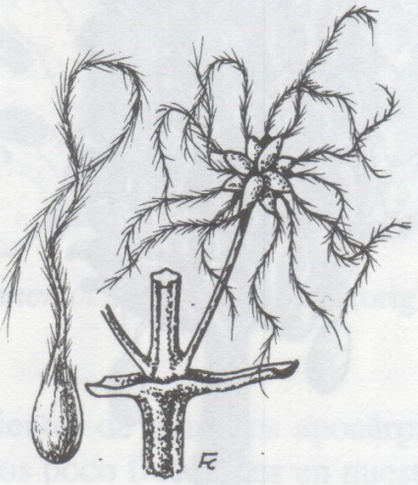
F.- FRUTOS COMPUESTOS - COLECTIVOS.

Poliaquenio.

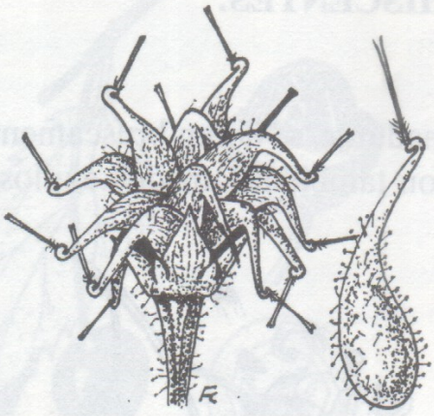
Reciben este nombre los frutos que están constituidos por numerosos aquenios, provenientes de un gineceo apocárpico.



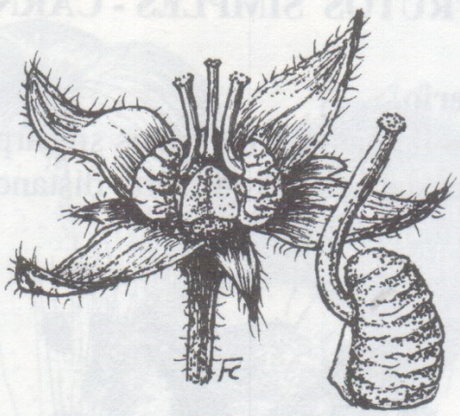
Ranunculus paludosus Poiret (orig.).



Clematis vitalba L. (orig.).



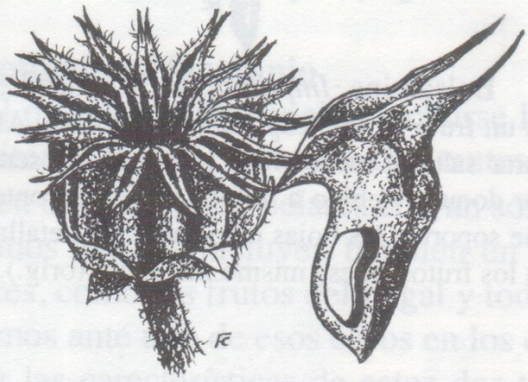
Geum pirenaicum Miller (orig.).



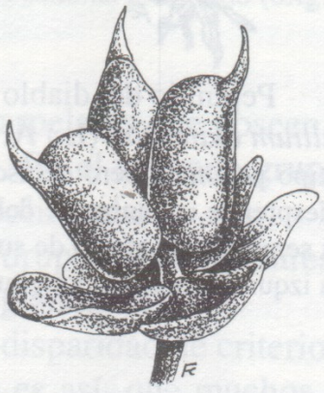
Potentilla erecta (L.) Räuschel (orig.).

Plurifolículo.

Se llaman así los frutos que están formados por varios folículos. También proceden de un gineceo apocárpico. El plurifolículo es mucho más frecuente que el folículo simple.

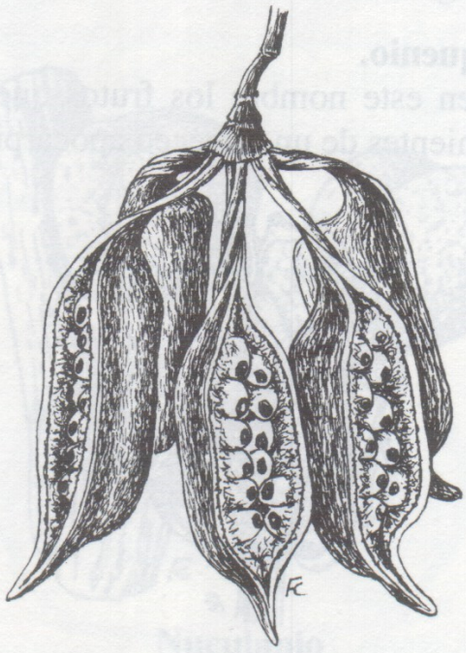


Abutilon theophrasti Medikus (orig.).



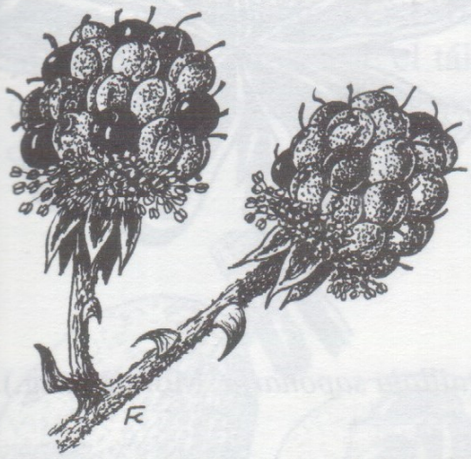
Helleborus foetidus L. (orig.).

Magnolia grandiflora L. (orig.).

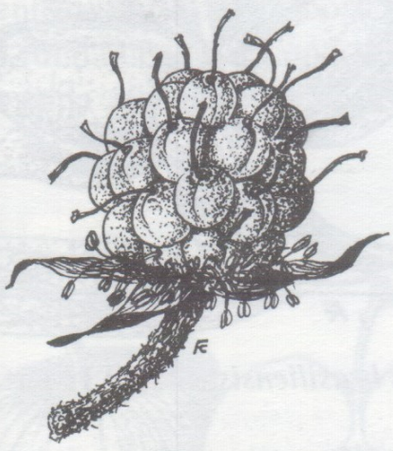


Sterculia diversifolia G. Don (orig.).

Pluridrupa.
Son frutos que están formados por varias drupas. De cada carpelo del gineceo apocárpico se forma una drupéola. En el caso del género *Rubus*, las drupéolas son algo concrescentes.



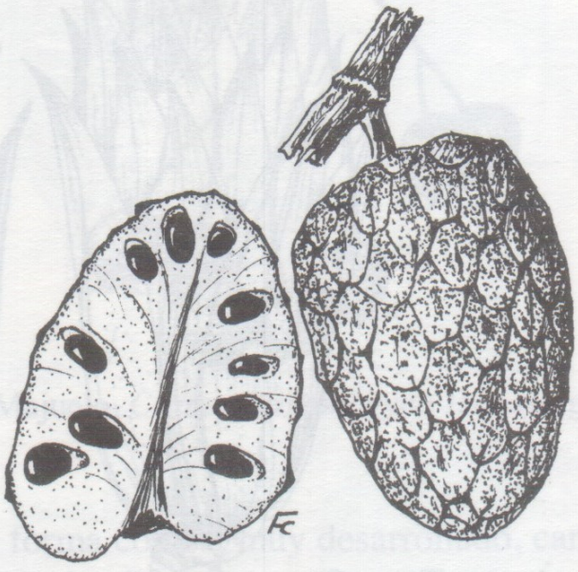
Zarzamora, *Rubus ulmifolius* Schott (orig.).



Frambueso, *Rubus idaeus* L. (orig.).

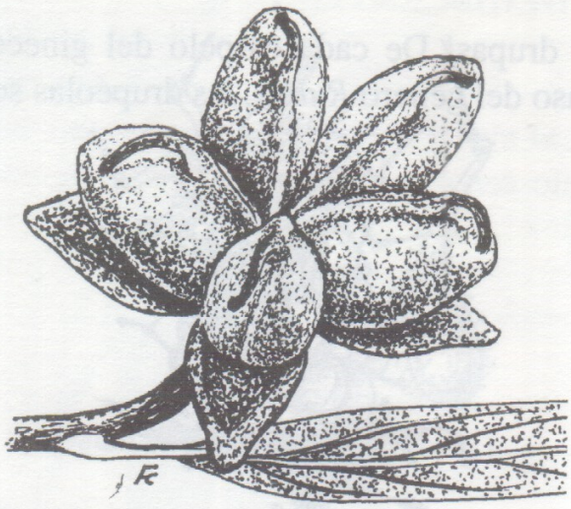
Pluribaya.
Son frutos formados por varias bayas. Al igual que los anteriores provienen de gineceos apocárpicos; y de cada carpelo se forma una baya. En la chirimoya, originariamente, es pluribaya, pero en la madurez las bayas se sueldan y se hacen concrescentes formando una sola unidad, siendo reconocibles los carpelos externamente por las "escamas"

Hydrastis canadensis L. (orig.).

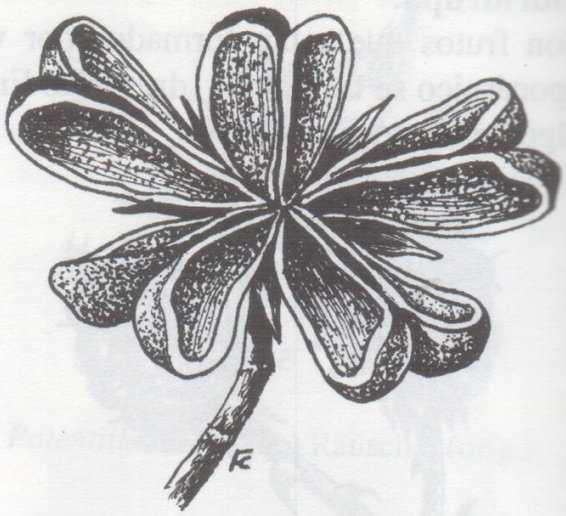


Annona cherimola P. Mill. (orig.).

Plurilegumbre.
Como en los casos anteriores son frutos provenientes de gineceos apocárpicos, y de cada carpelo se forma una legumbre. Son frutos poco frecuentes en nuestras latitudes. A continuación se muestran dos ejemplos.



Quillaja brasiliensis (St. Hil.) Mart. (orig).



Quillaja saponaria Molina (orig.).

Plurisámara.

Son frutos que están formados por varias sámaras. Cada carpelo del gineceo apocárpico origina una sámara. Tampoco son muy frecuentes.

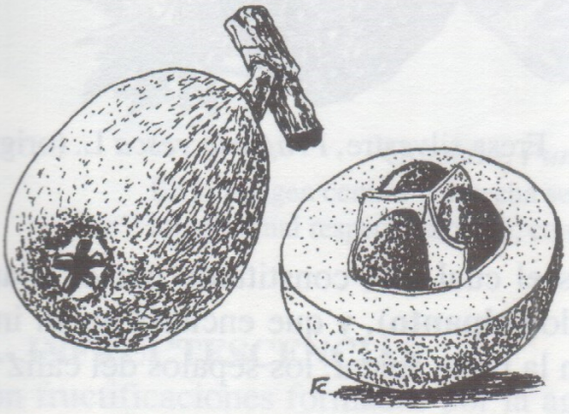
Liriodendron tulipifera L.

En la imagen central, en sección longitudinal, se aprecian las semillas de las dos sámaras inferiores seccionadas. A la derecha una sámara individualizada (orig.).

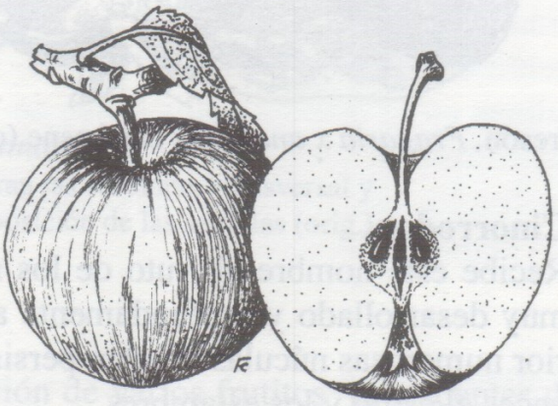
G.- FRUTOS COMPUESTOS - COMPLEJOS.

Pomo.

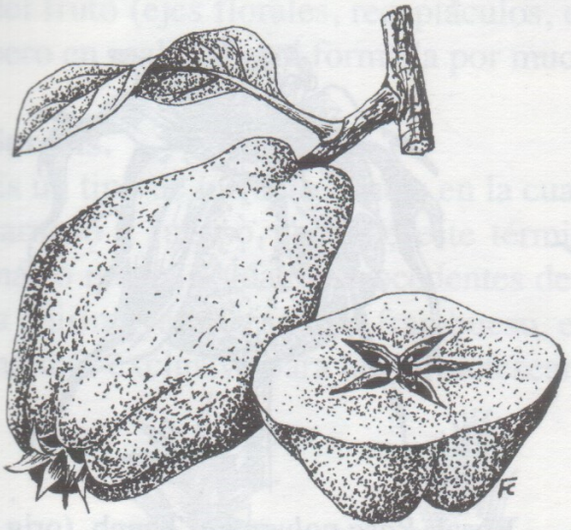
Es un tipo de fruto que procede de un ovario sincárpico ínfero, la mayoría de las veces con cinco carpelos. Es carnoso e indehiscente, con forma globosa o de pera. En su formación interviene el tálamo de manera fundamental. El endocarpo suele ser coriáceo o con aspecto de pergamino. En la zona apical persisten los sépalos del cáliz.



Níspero, *Eriobotrya japonica* Lindley (orig.).



Manzano, *Malus domestica* Borkh (orig.).



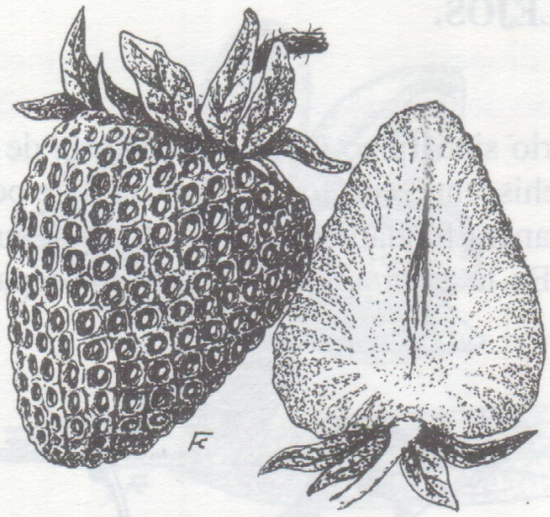
Membrillo, *Cydonia oblonga* Miller (orig.).

Majuelo, *Crataegus monogyna* Jacq.(orig.).

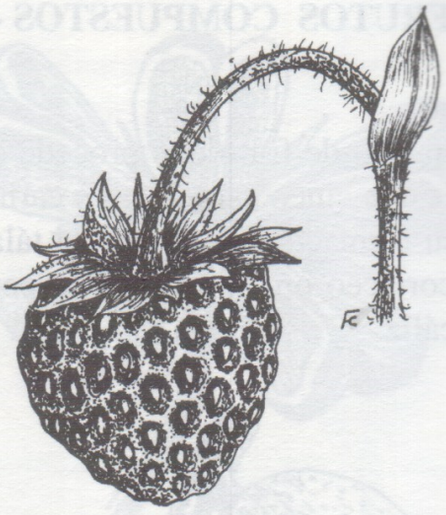
Conocarpo.

Este fruto está formado por el tálamo, con forma cónica, muy desarrollado, carnoso y convexo, más las núculas que soporta; todo ello como un fruto. Es exclusivo de las fresas.

A veces se le da el nombre de **eterio**, pero éste es un término general aplicable a los frutos provenientes de un gineceo apocárpico cuyos frutículos independientes (aquenios, drupéolas, etc.) nacen de una sola flor y no tienen coherencia entre ellos, como sucede en el género *Ranunculus*.



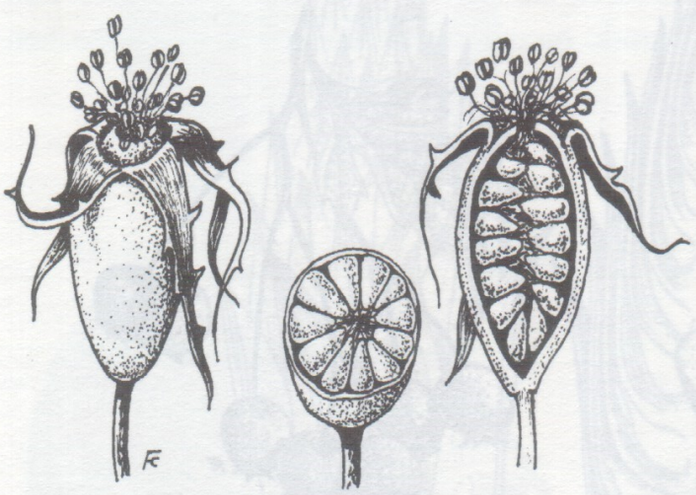
Fresón, *Fragaria x ananassa* Duchesne (orig.).



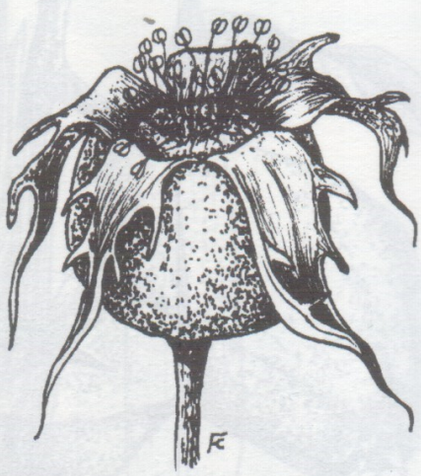
Fresa silvestre, *Fragaria vesca* L. (orig.).

Cinorrodon.

Recibe este nombre el fruto de los rosales el cual está constituido por el tálamo muy desarrollado y profundamente acopado (**hipanto**), y que encierra en su interior numerosas núculas. Suelen persistir, en la parte apical, los sépalos del cáliz y a veces el estilo y los estambres.



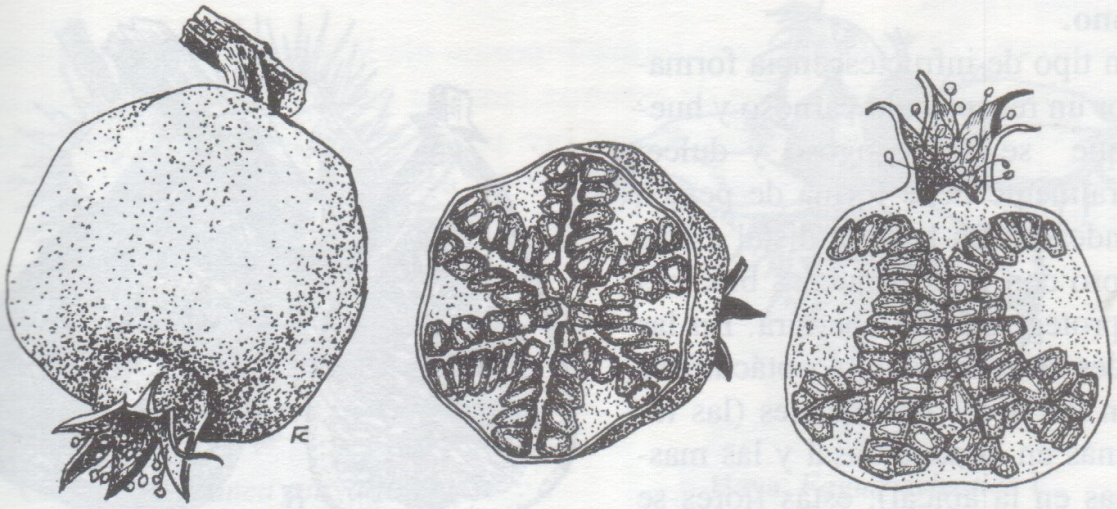
Rosal silvestre, *Rosa canina* L. (orig.).



Rosal, *Rosa polyantha* Thunb. (orig.).

Balaústa.

Es un fruto que procede de un gineceo sincárpico ínfero, cuyos carpelos están distribuidos en dos estratos. El pericarpo es coriáceo formado por el tálamo muy desarrollado que envuelve al ovario. El interior está dividido en cavidades por tenues membranas que se adaptan a las sinuosidades de las muchas semillas, las cuales tienen el episperma jugoso. Es un fruto indehiscente pero a veces se resquebraja al madurar. También en este caso persisten en la zona apical el cáliz, con forma de corona, y los estambres. Es característico del granado.



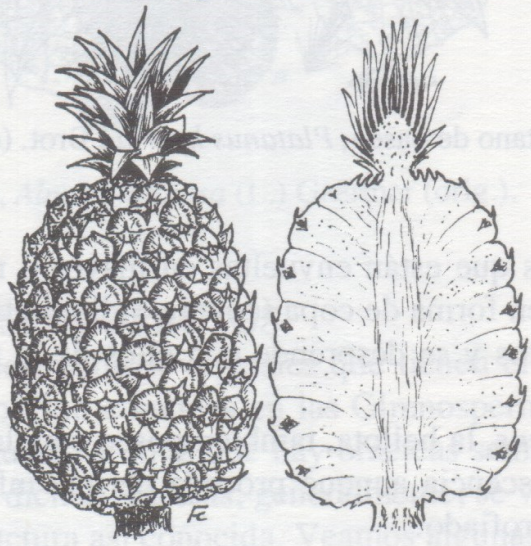
Granado, *Punica granatum* L.
En la imagen central y derecha se muestran las secciones transversal y longitudinal respectivamente, con la disposición de las semillas (orig.).

H.- INFRUCTESCENCIAS.

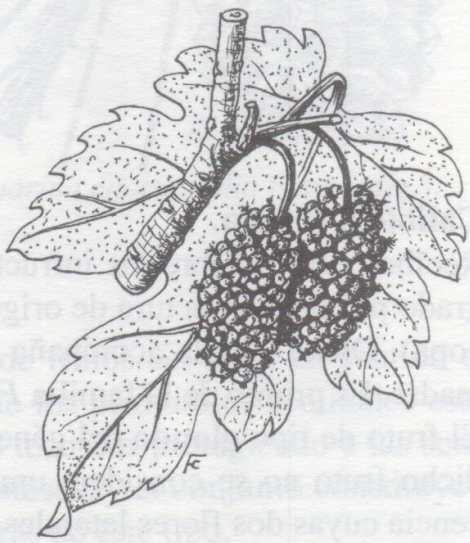
Son fructificaciones formadas por la agrupación de varios frutitos procedentes de las flores de una inflorescencia, la cual interviene por completo en la formación del fruto (ejes florales, receptáculos, etc.). La infructescencia parece un solo fruto pero en realidad está formada por muchos frutitos.

Sorosis.

Es un tipo de infructescencia en la cual el eje de la propia inflorescencia se vuelve carnoso y jugoso. Aunque este término también se usa, a veces, para los frutos más o menos soldados procedentes de una sola flor de gineceo apocárpico (v.g. en la chirimoya, zarzamora, frambueso, etc.), no obstante se tiende a aplicarlo de forma más exclusiva para las infructescencias.

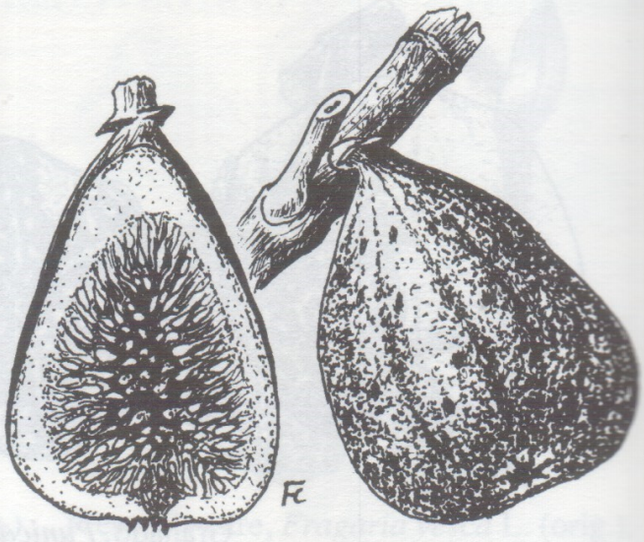


Piña americana, *Ananas comosus* (L.) Merr. (orig.).



Morera, *Morus alba* L. (orig.).

Sicono.
Es un tipo de infructescencia formada por un receptáculo carnoso y hueco, que se torna jugoso y dulce; generalmente tiene forma de pera o redondeado. En la zona distal existe un poro con unas pequeñas brácteas que protegen dicha abertura. En las paredes internas del receptáculo se sitúan las flores unisexuales (las femeninas en la zona basal y las masculinas en la apical); estas flores se transformarán luego en los diminutos frutitos de la infructescencia que son pequeños aquenios.

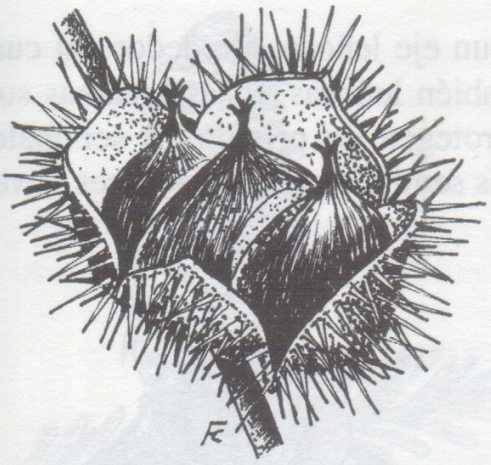


Higuera, *Ficus carica* L. (orig.).

Poliantocarpo.
Recibe este nombre el tipo de infructescencia de forma esferoidal, constituida por numerosos frutitos colocados radialmente y muy apretados. Cada frutito es un pequeño aquenio con forma de cuña con un penacho de pelos en la parte inferior, que facilita su dispersión cuando se desarma la infructescencia. Es propio del género *Platanus*.

Plátano de paseo, *Platanus hybrida* Brot. (orig.).

Calibio o **cúpula.**
Reciben este nombre las infructescencias que están envueltas en mayor o menor grado por una estructura de origen axial en forma de copa (cúpula = diminutivo de copa). Dicha cúpula acompaña a los frutos y se desprende con ellos de la planta madre. Es propio de la familia *Fagaceae*.
El fruto de tipo **glande** del género *Quercus*, la bellota, también posee cúpula pero dicho fruto no se considera una infructescencia aunque proceda de una inflorescencia cuyas dos flores laterales se han atrofiado.

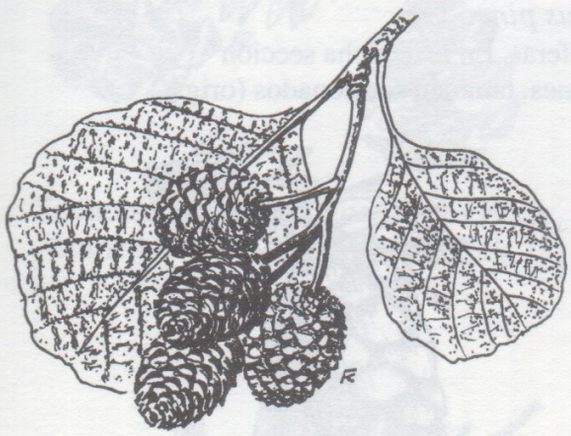


Castaño, *Castanea sativa* Miller
La cúpula es globosa, endurecida y erizada de espinas punzantes. Se abre en 2-4 valvas. Cada cúpula tiene 1-3 frutos, las castañas (orig.).

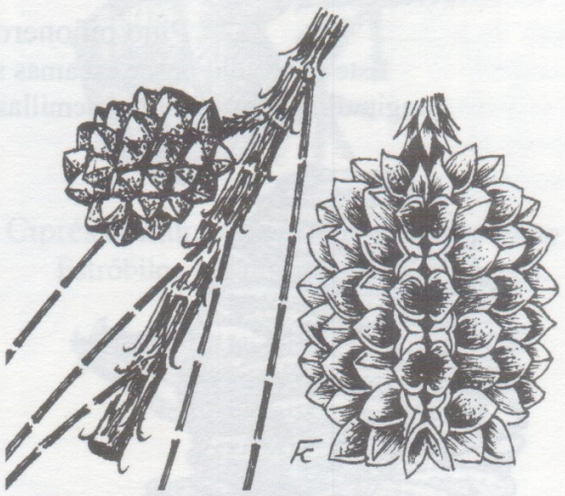
Haya, *Fagus sylvatica* L.
La cúpula está erizada de picos flojos no punzantes, que se abre en cuatro valvas. Cada cúpula suele tener dos frutos, los hayucos. (orig.).

Pseudostróbilo.

Se llaman así las infructescencias que forman los amentos femeninos de los alisos y otros árboles. Estas infructescencias se vuelven más o menos leñosas después de la fecundación; por tal motivo recuerdan, de alguna manera, a los estróbilos de las coníferas, que se verán más adelante. Veamos a continuación algún ejemplo.



Aliso, *Alnus glutinosa* (L.) Gaertner (orig.).

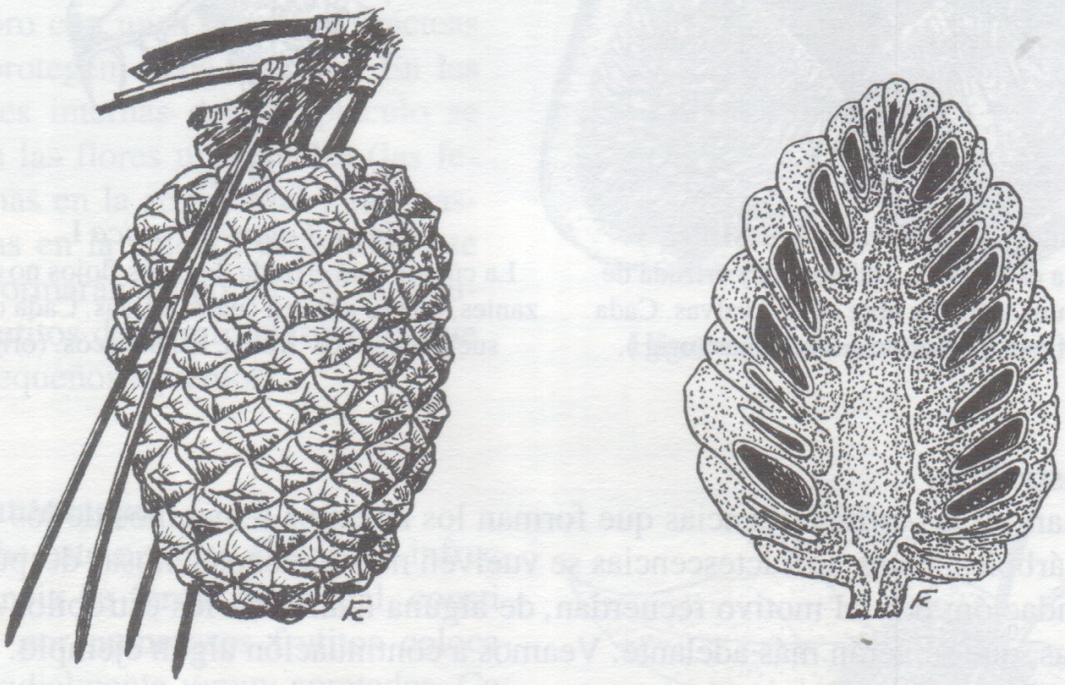


Casuarina equisetifolia Forst (orig.).

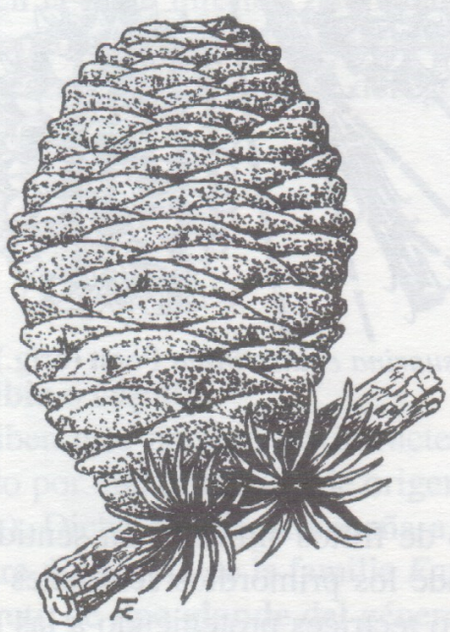
I.- PSEUDOFRUTOS.

Son estructuras vegetales que tienen el aspecto de frutos sin serlo en sentido estricto. Son comunes en las Gimnospermas, donde los primordios seminales están desnudos, y en donde hay brácteas seminíferas o tectrices protegiendo a las semillas; dichas brácteas, generalmente, se vuelven leñosas, y el conjunto constituye la estructura así conocida. Veamos algunas estructuras de este tipo.

Estróbilo o **cono.**
Se llama así a cualquier órgano formado por un eje leñoso, alrededor del cual se distribuyen brácteas en forma de escamas también leñosas. Estas escamas suelen ser de dos tipos: escamas **seminíferas**, que protegen los primordios seminales, y escamas **tectrices** que se sitúan por fuera de las seminíferas. Las tectrices, a veces, no existen por atrofia.



Pino piñonero, *Pinus pinea* L.
Este cono sólo posee escamas seminíferas. En la derecha sección longitudinal mostrando las semillas, piñones, también seccionados (orig.).



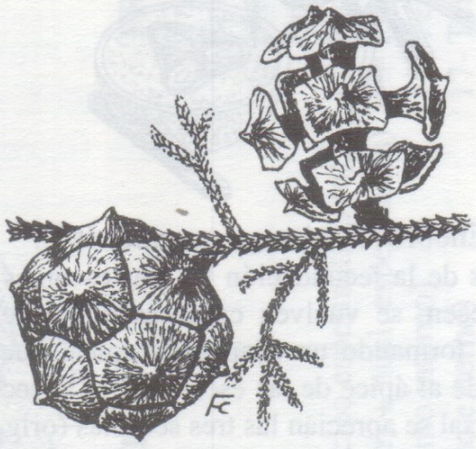
Cedro del Atlas, *Cedrus atlantica* Carrière
Cono erecto con forma de tonel y excavado en el ápice; se deshace en la madurez (orig.).

Abeto rojo, *Picea abies* (L.) Karsten
Cono colgante y cilíndrico; las escamas seminíferas ocultan a las tectrices (orig.).

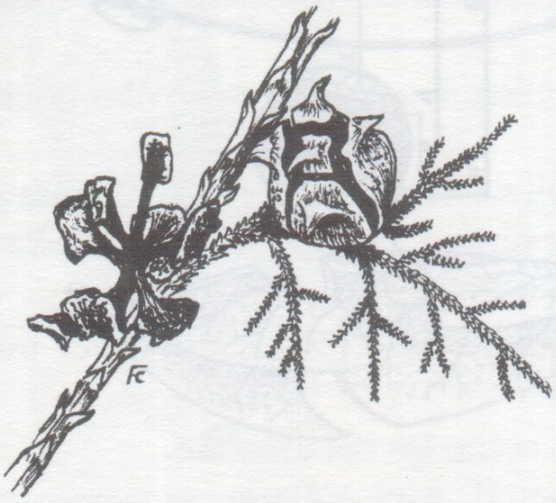
Abeto blanco, *Abies alba* Miller
Cono erecto con escamas tectrices dentadas salientes y curvadas hacia atrás (orig.).

Pseudotsuga menziesii (Mirbel) Franco
Cono colgante con escamas tectrices trífidas que sobrepasan mucho a las seminíferas (orig.).

Secuoia, *Sequoia sempervirens* Endl.
Estróbilos globosos terminales (orig.).



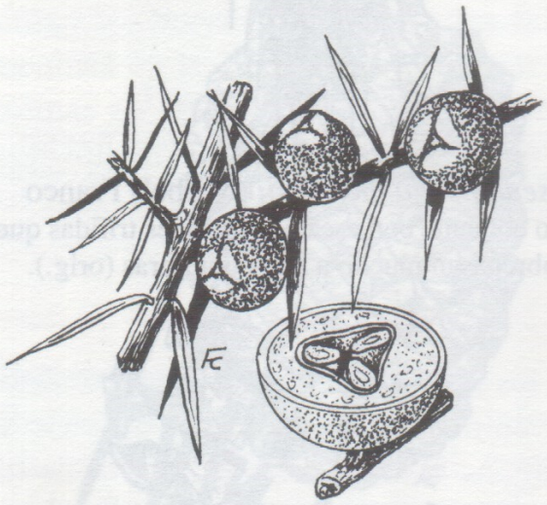
Ciprés común, *Cupressus sempervirens* L.
Estróbilos subglobosos axilares (orig.).



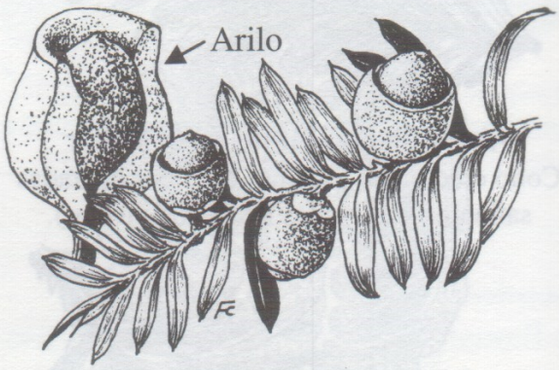
Tuya, *Thuja orientalis* L.
Estróbilos ovoideos, cuyas escamas poseen un largo mucrón recurvado (orig.).

Calocedrus decurrens (Torr.) Florin
Conos ovoides alargados con dos grandes escamas seminíferas fértiles (orig.).

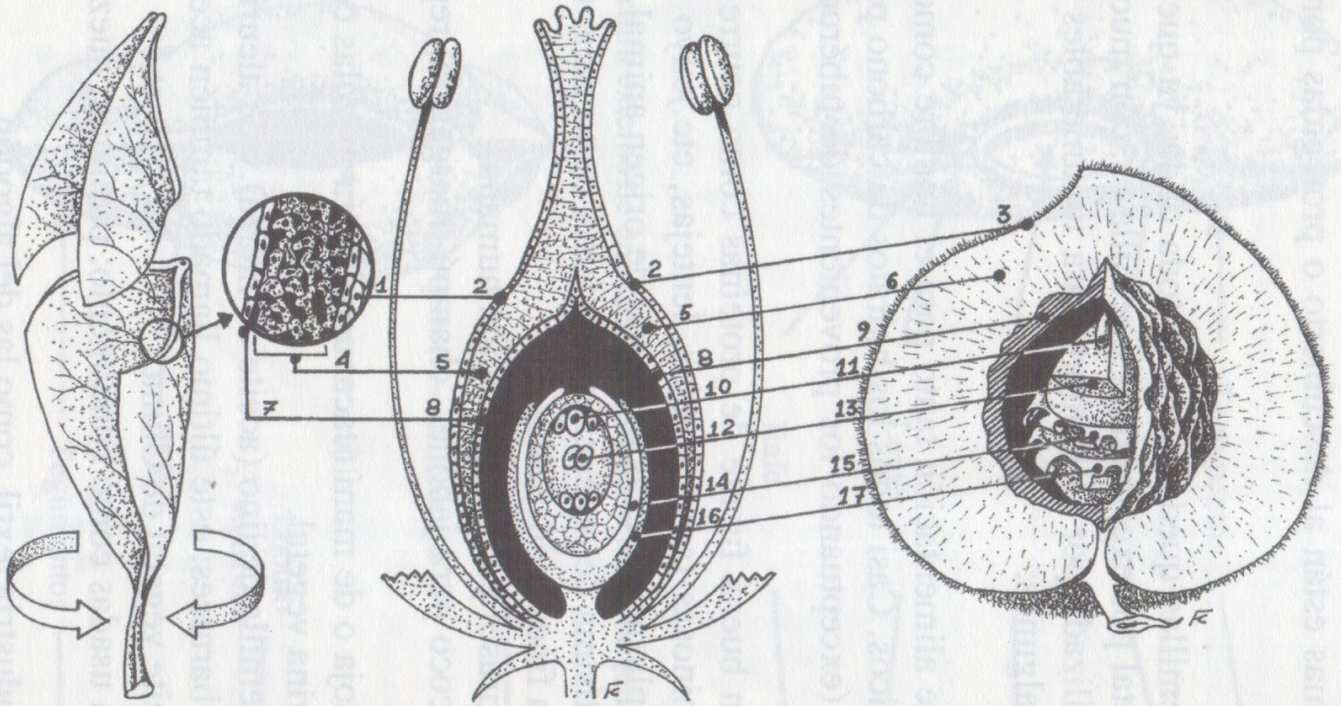
Arcéstida.
En general se les llama así a los estróbilos redondeados **carnosos indehiscentes** que tienen aspecto de bayas. Este tipo de estructuras se da en enebros, sabinas y tejos.
En alguna ocasión se ve el término **gálbulo/a** aplicado a estas estructuras carnosas, y, con algo más de frecuencia, a los estróbilos de la familia *Cupressaceae;* pero nada especial aporta como estructura diferente, por tanto, este término es prácticamente innecesario.



Enebro, *Juniperus communis* L.
Después de la fecundación las tres escamas fértiles crecen, se vuelven carnosas y se sueldan entre sí formando un triangulito apical que corresponde al ápice de las escamas. En la sección transversal se aprecian las tres semillas (orig.).



Tejo, *Taxus baccata* L.
Los estróbilos poseen una bráctea en forma de copa, **arilo**, que en la madurez se desarrolla, se vuelve carnosa y rodea por completo a la semilla dejando en la zona apical un orificio por donde asoma el ápice de la semilla (orig.).



HOJA CARPELAR **FLOR** **FRUTO – SEMILLA**

1- Epidermis externa (envés)
4- Mesófilo (parénquima)
7- Epidermis interna (haz)

2- Epidermis externa
5- Parénquima
8- Epidermis interna
10- Ovocélula (n) + núcleo espermático (n)
12- Núcleos polares (2n) + núcl. espermát.(n)
14- Secundina (tegumento interno)
16- Primina (Tegumento externo)

3- Epicarpo (piel)
6- Mesocarpo (pulpa) } Pericarpo
9- Endocarpo (hueso)
11- Embrión (2n)
13- Endosperma (3n) } Semilla
15- Tegmen
17- Testa

Fruto

Génesis del fruto y de la semilla (orig.).

La semilla procede de los **primordios seminales** fecundados, transformados y maduros. Los primordios seminales experimentan profundas transformaciones después de que la **ovocélula** contenida en el **saco embrionario** es fecundada por un **núcleo espermático**. El elemento esencial de la semilla es el embrión, acompañado o no del tejido nutricio, y protegido por el episperma.

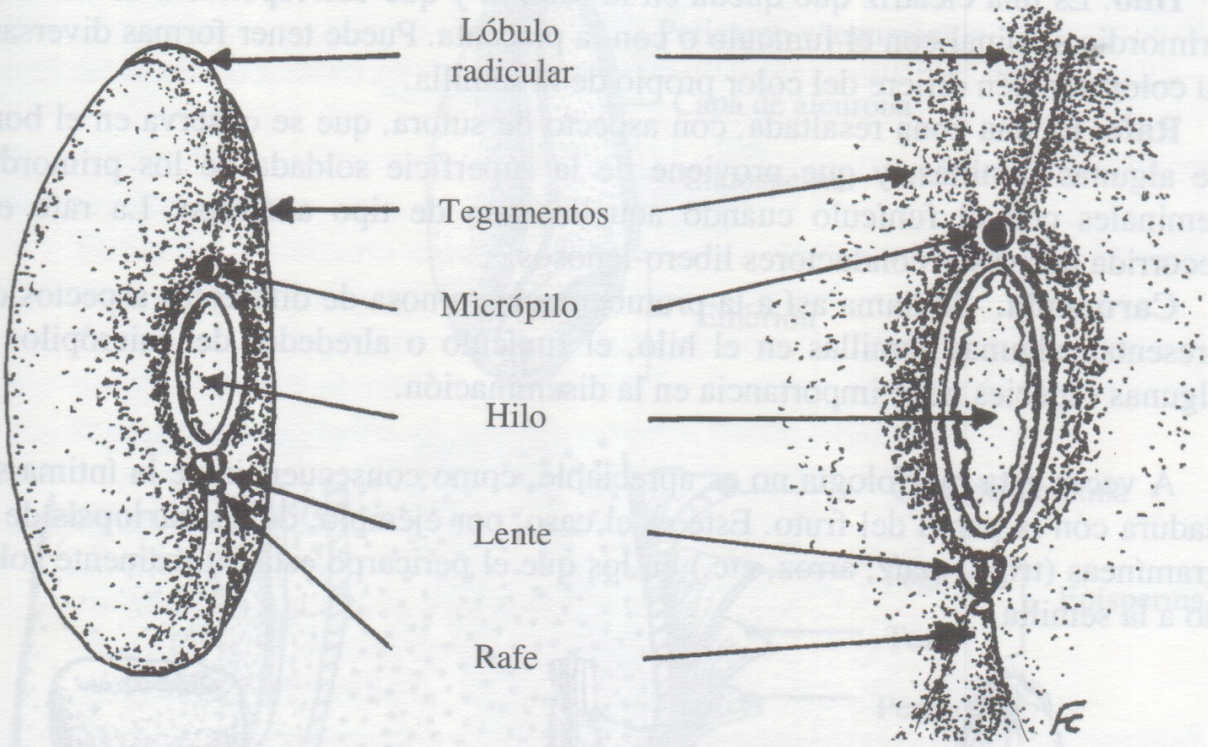
En las angiospermas las semillas se hallan encerradas en los frutos; sin embargo, en las gimnospermas están al descubierto o protegidas por otras estructuras accesorias.

La importancia de las semillas queda fuera de toda duda, ya que es el órgano de propagación vegetal por excelencia. La semilla es, con mucho, la parte de las plantas más utilizada por el hombre para innumerables fines, entre los cuales destacamos algunos:

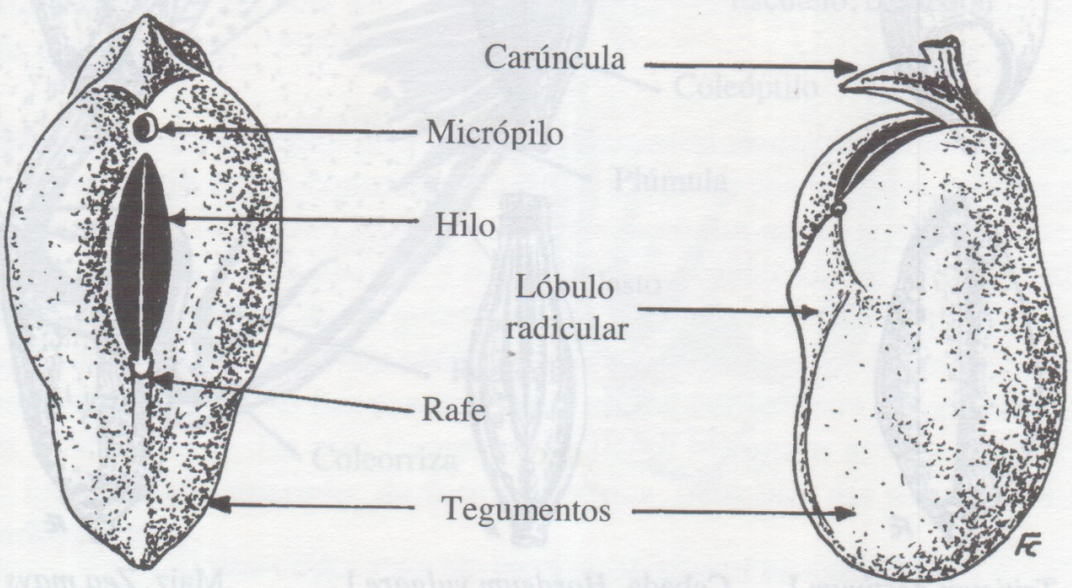
- Son la gran fuente de alimentación tanto para el hombre como para sus animales domésticos. Casi todos los hidratos de carbono provienen de las semillas (exceptuando los provenientes de tubérculos o raíces).
- Algunas son también buena fuente de proteínas como ocurre en la familia de las leguminosas (soja, alubias, lentejas, etc.)cuyo poder nutritivo puede reemplazar al de las proteínas de origen animal.
- Son fuente importantísima de obtención de aceites tanto para uso alimentario como para fines industriales.
    - El aceite de girasol para alimentación humana.
    - El aceite de coco para jabones, champú, margarina, repostería, etc.
    - El aceite de soja o de maní (cacahuete), para mezclas comestibles, margarina vegetal.
    - El aceite de semilla de lino (aceite de linaza) y de aleurita para pinturas y barnices; este último llamado también aceite de "tung" o "aceite vegetal de China.
- Muchas semillas son usadas como condimento: pimienta, nuez moscada, ajonjolí, etc.
- Otras se usan en la industria textil, como las del algodón.
- Algunas se utilizan en ornamentación, para collares, pulseras, etc., por sus hermosos colores.

1.- ESTRUCTURA DE LA SEMILLA

A.- ESTRUCTURA EXTERNA



Estructura externa de una semilla muy aumentada de judía *Phaseolus vulgaris* L. (orig.).



Estructura externa de una semilla muy aumentada de haba, *Vicia faba* L. (orig.).

De entre los elementos externos que podemos encontrar en una semilla típica podemos destacar los siguientes:

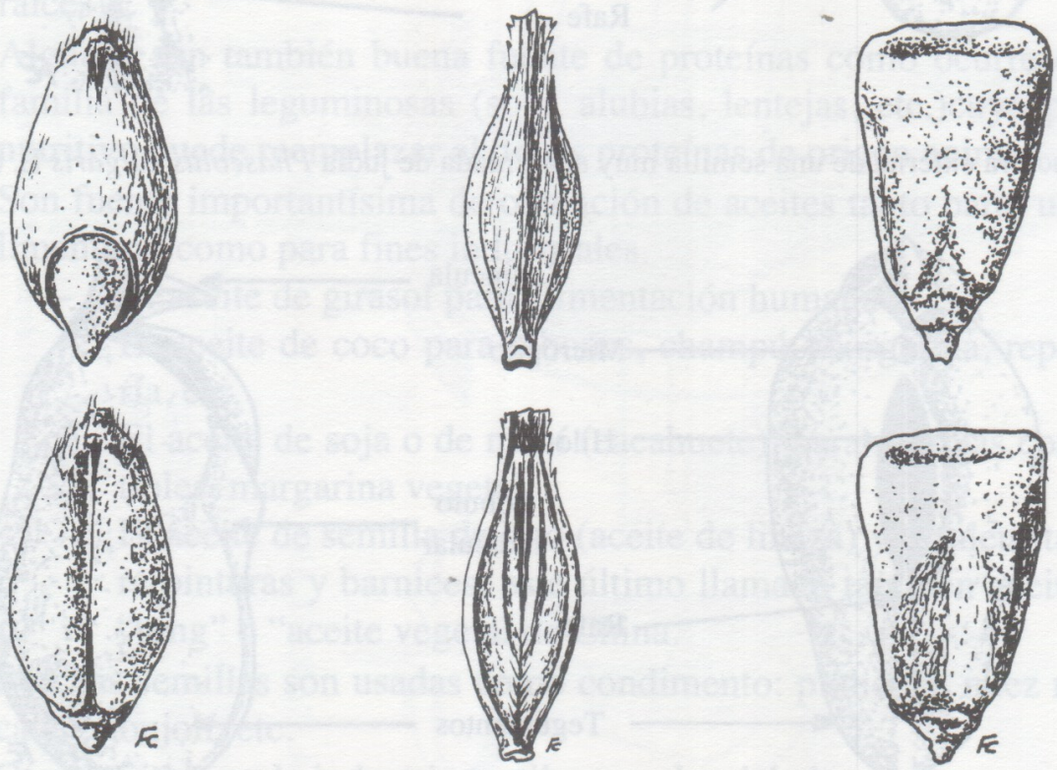
Micrópilo. Es el orificio que dejan los tegumentos en el ápice de los primordios seminales. Por él penetraron los gametos masculinos procedentes del grano de polen en el momento de la fecundación.

Hilo. Es una cicatriz que queda en la semilla y que corresponde a la unión del primordio seminal con el funículo o con la placenta. Puede tener formas diversas y su color también difiere del color propio de la semilla.

Rafe. Es una zona resaltada, con aspecto de sutura, que se observa en el borde de algunas semillas, y que proviene de la superficie soldada de los primordios seminales con el funículo cuando aquellos son de tipo anátropo. La rafe está recorrida por vasos conductores libero-leñosos.

Carúncula. Se llama así a la protuberancia carnosa de diferentes aspectos que presentan algunas semillas en el hilo, el funículo o alrededor del micrópilo. En algunas especies tiene importancia en la diseminación.

A veces esta morfología no es apreciable, como consecuencia de la íntima soldadura con la pared del fruto. Este es el caso, por ejemplo, de las **cariopsis** de las gramíneas (trigo, maíz, arroz, etc.) en los que el pericarpo está íntimamente soldado a la semilla.



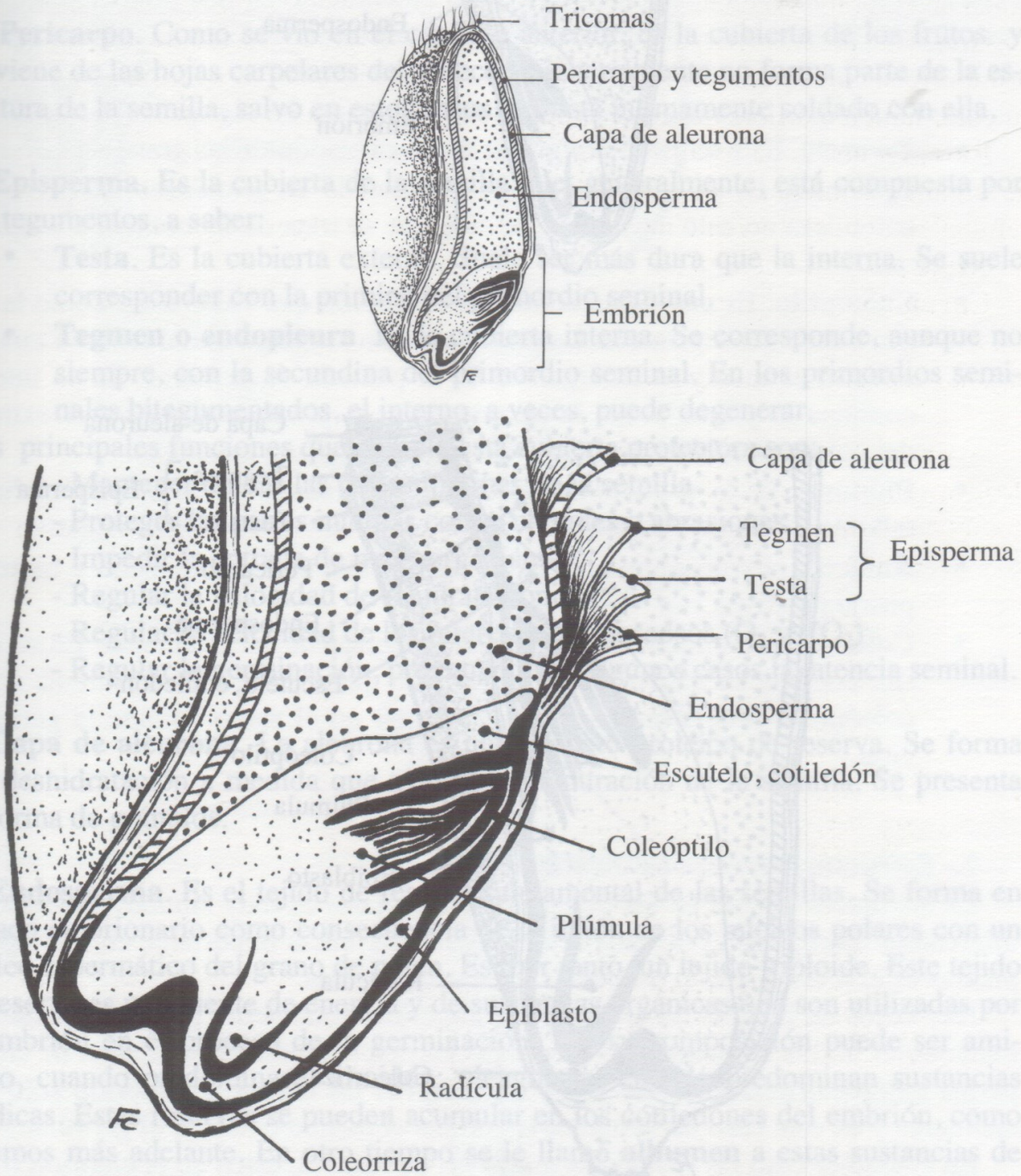
Trigo, *Triticum aestivum* L. Cebada, *Hordeum vulgare* L. Maiz, *Zea mays* L.

Varios frutos de tipo cariopsis muy aumentados

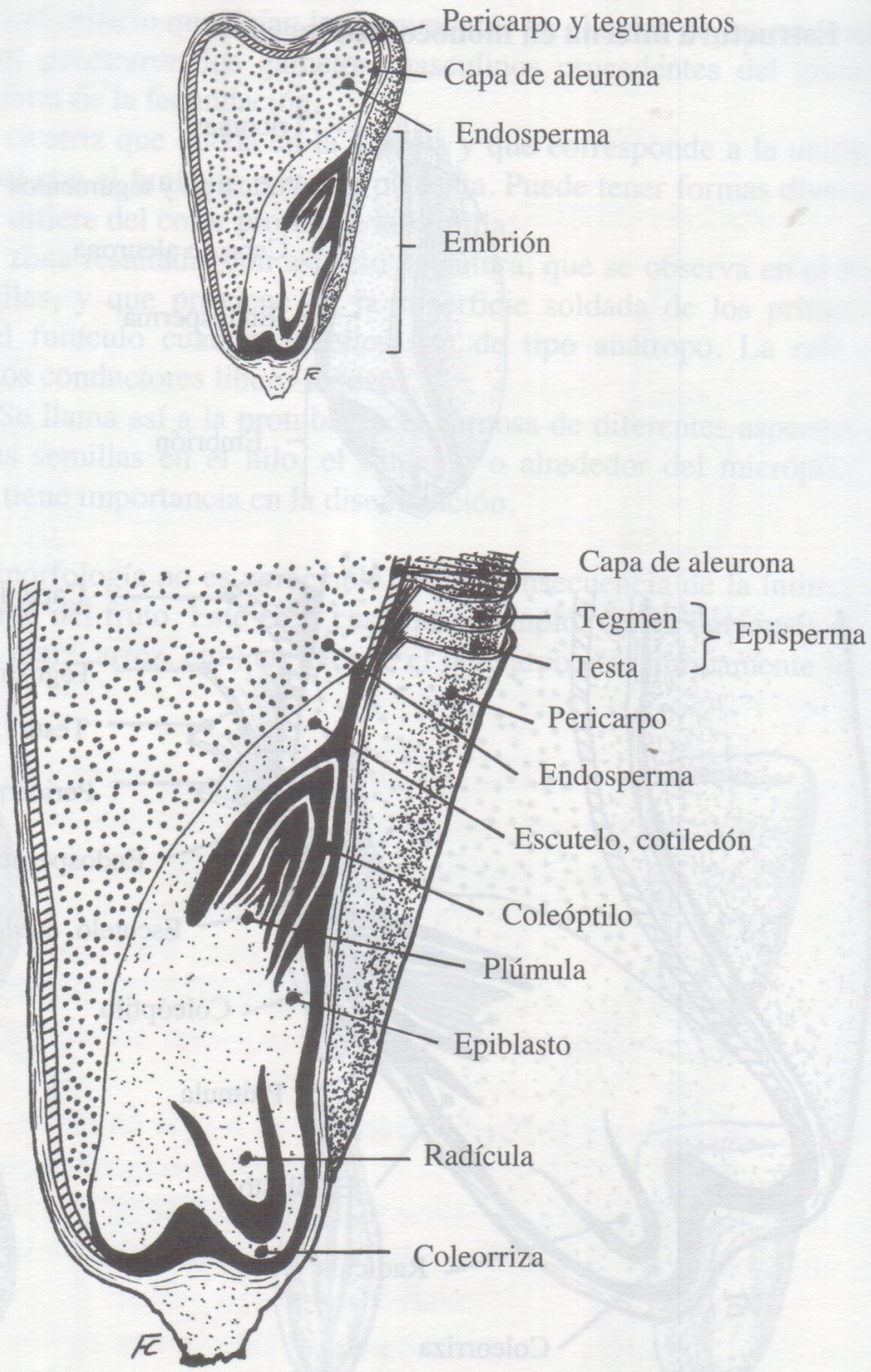
En las imágenes superiores se muestra la cara abaxial y en la inferior la cara adaxial (orig.).

B.- ESTRUCTURA INTERNA

1.- Estructura interna en monocotiledóneas.



Estructura interna de un grano de trigo, *Triticum aestivum* L.
Corte longitudinal muy aumentado. En la imagen inferior se detalla la estructura del embrión (orig.).



Estructura interna de un grano de maíz, *Zea mays* L.
Corte longitudinal muy aumentado. En la imagen inferior se detalla la estructura del embrión (orig.).

En general las semillas presentan características acordes con las especies a que pertenecen. Desde el punto de vista funcional, la semilla está compuesta de una cubierta protectora, un eje embrionario y un tejido de reserva. A continuación se trata con más detalle cada una de estas estructuras.

Pericarpo. Como se vio en el capítulo anterior, es la cubierta de los frutos y proviene de las hojas carpelares del gineceo. Generalmente no forma parte de la estructura de la semilla, salvo en estos casos que está íntimamente soldado con ella.

Episperma. Es la cubierta de la semilla que, generalmente, está compuesta por dos tegumentos, a saber:

- **Testa**. Es la cubierta externa. Suele ser más dura que la interna. Se suele corresponder con la primina del primordio seminal.
- **Tegmen o endopleura**. Es la cubierta interna. Se corresponde, aunque no siempre, con la secundina del primordio seminal. En los primordios seminales bitegumentados, el interno, a veces, puede degenerar.

Las principales funciones que cumple esta cubierta protectora son:

- Mantener unidas las partes internas de la semilla.
- Proteger las partes internas contra choques o abrasiones.
- Impedir la entrada de microorganismos.
- Regular la velocidad de rehidratación.
- Regular la velocidad de los intercambios gaseosos (O_2 y CO_2)
- Regular la germinación, provocando en algunos casos la latencia seminal.

Capa de aleurona. La aleurona es un producto protéico de reserva. Se forma por deshidratación a medida que avanza la maduración de la semilla. Se presenta en forma de gránulos.

Endosperma. Es el tejido de reserva fundamental de las semillas. Se forma en el saco embrionario como consecuencia de la unión de los núcleos polares con un núcleo espermático del grano de polen. Es, por tanto, un tejido triploide. Este tejido de reserva es una fuente de energía y de sustancias orgánicas que son utilizadas por el embrión en el proceso de la germinación. Por su composición puede ser amiláceo, cuando predomina el almidón; oleaginoso, cuando predominan sustancias lípidicas. Estas reservas se pueden acumular en los cotiledones del embrión, como veremos más adelante. En otro tiempo se le llamó **albumen** a estas sustancias de reserva; luego **tejido nutricio,** de forma genérica, pero hoy día se opta por el término **endosperma**.

Embrión. Es el cuerpo formado, de células diploides, después de que la ovocélula ha sido fecundada por un núcleo espermático procedente del grano de polen. Una vez que se ha formado puede seguir su desarrollo ininterrumpidamente o, de-

pendiendo de las condiciones ambientales, puede quedar en vida latente como un esbozo de plántula con sus partes fundamentales acompañadas de una provisión de reservas en los cotiledones del propio embrión o en los tejidos adyacentes. El embrión es la parte vital de la semilla, ya que tiene capacidad para iniciar divisiones celulares. Se trata de un eje porque inicia el crecimiento en dos direcciones: hacia las raíces y hacia el tallo. Generalmente es pequeño con relación a las demás partes de la semilla.

En el embrión de este tipo de semillas se diferencian las siguientes partes:

- **Escutelo**. Este término designa el único cotiledón de las gramíneas.
- **Epiblasto**. Es un apéndice de las semillas de las gramíneas. Su verdadera naturaleza no está muy clara, se cree que se trata de un cotiledón rudimentario.
- **Coleóptilo**. Es una vaina cerrada del embrión que viene a ser como la primera hoja de la plántula. La parte superior está algo endurecida lo cual facilita el avance y la emergencia de la plántula en la tierra. En su interior contiene la plúmula. En la germinación, la plúmula atraviesa el extremo del coleóptilo y asoman al aire las primeras hojas verdaderas.
- **Plúmula**. Es la yema apical que formará, cuando se desarrolle, el futuro tallo de la planta. Posee fototropismo positivo y geotropismo negativo
- **Radícula**. Es un rudimento de la futura raíz, con geotropismo e hidrotropismo positivos.
- **Coleorriza**. Es una vaina cerrada del embrión de las gramíneas. En su interior contiene la radícula, la cual, al igual que le sucede a la plúmula con el coleóptilo, debe atravesarla para penetrar en el suelo durante la germinación.

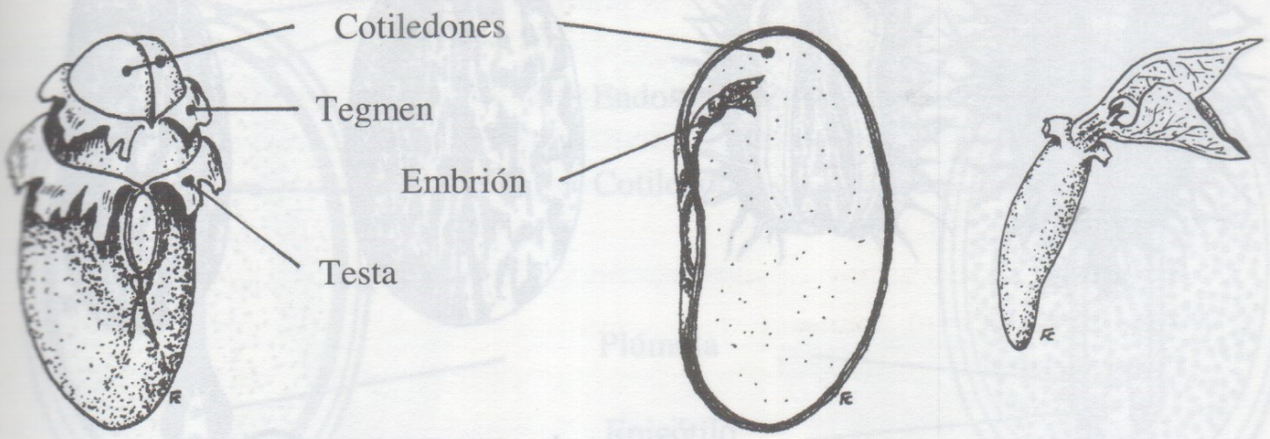
2.- **Estructura interna en dicotiledóneas.**

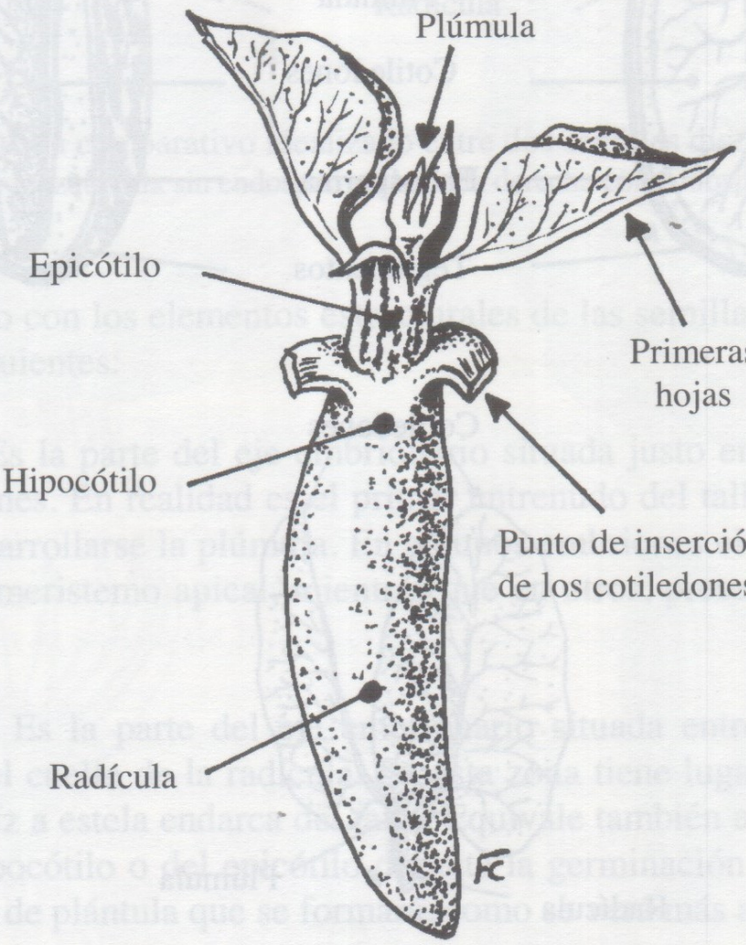
La estructura interna en las plantas dicotiledóneas es muy similar, salvando las diferencias morfológicas de cada semilla. Una diferencia importante en este tipo de plantas es la relativa a la existencia o no de endosperma.

Hay casos en los que las reservas son digeridas totalmente por el embrión acumulándolas en los cotiledones, y por tanto las semillas maduras carecen de endosperma extraembrionario; otras veces las reservas las digiere el embrión sólo parcialmente y en este caso las restantes las utiliza el mismo embrión al germinar.

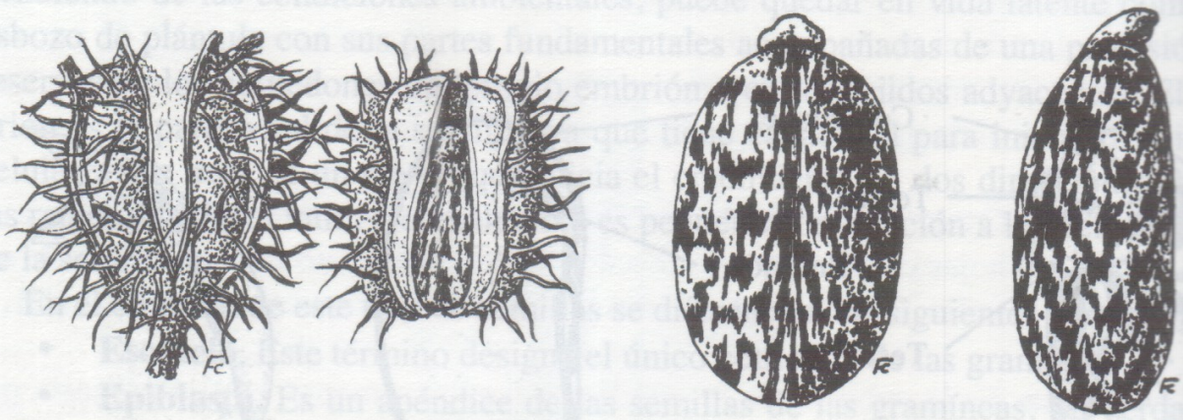
En cualquier caso las sustancias nutritivas de reserva, estén en el embrión o fuera de él, las utiliza el embrión en el proceso de la germinación desde que ésta empieza hasta que la plántula se hace autotrófica, capaz de sintetizar materias orgánicas por el proceso de la fotosíntesis.

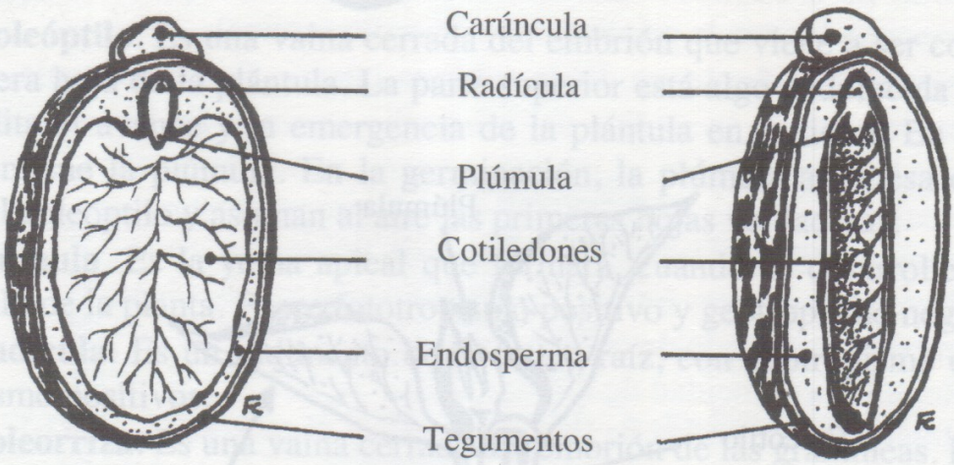
A continuación se dan ejemplos de los dos tipos, es decir, semillas sin endosperma y semillas con endosperma.

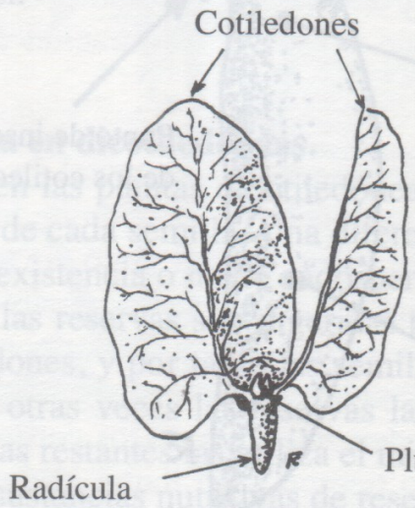




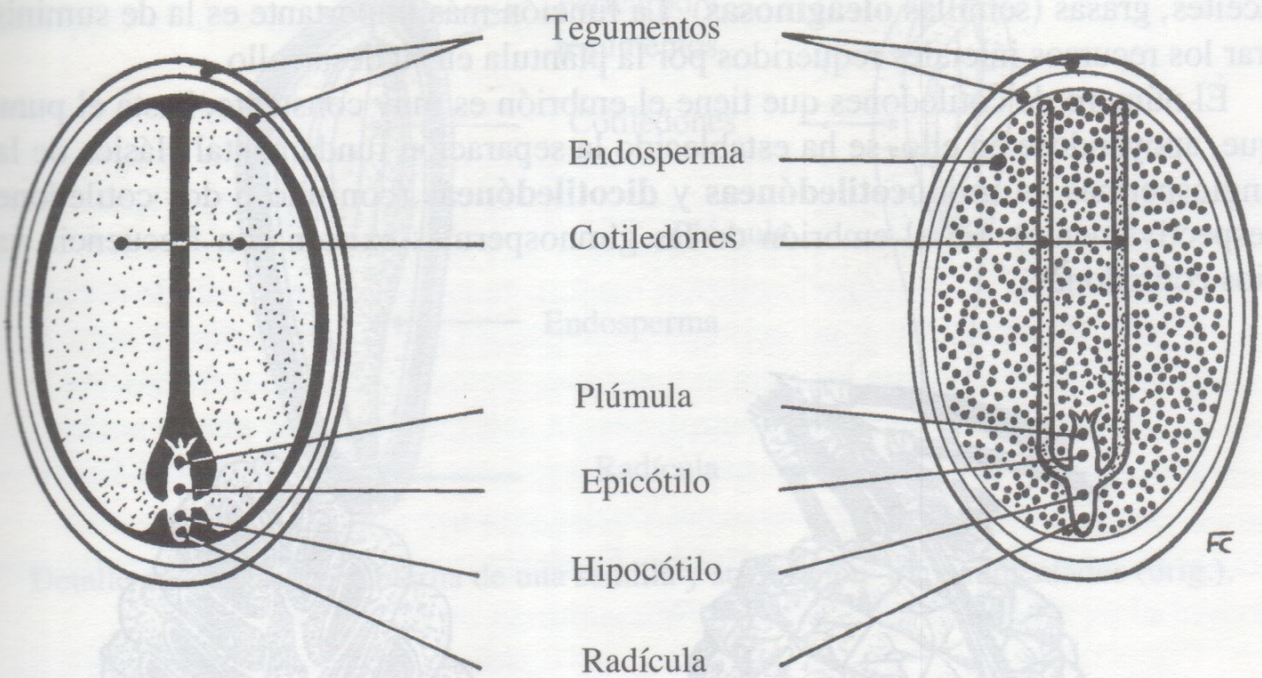
Estructura interna de una semilla muy aumentada de judía, *Phaseolus vulgaris* L.
Esta semilla carece de endosperma; las sustancias nutritivas se hallan almacenadas en los cotiledones que, por esa razón, adquieren gran tamaño. El embrión se ha separado y se ha detallado en la imagen inferior muy aumentada (orig.).







Estructura interna de una semilla muy aumentada de ricino, *Ricinus communis* L.
Esta semilla posee endosperma, que constituye las sustancias nutritivas para el embrión. Los cotiledones son, por tanto, delgados y laminares al no contener sustancias de reserva. En la imagen inferior se ha aislado el embrión y se ha seccionado el cotiledón derecho para dejar ver la plúmula (orig.).



Esquema comparativo idealizado entre dos semillas dicotiledóneas.
La de la izquierda sin endosperma; la de la derecha con endosperma (orig.).

Continuando con los elementos estructurales de las semillas, hay que considerar también los siguientes:

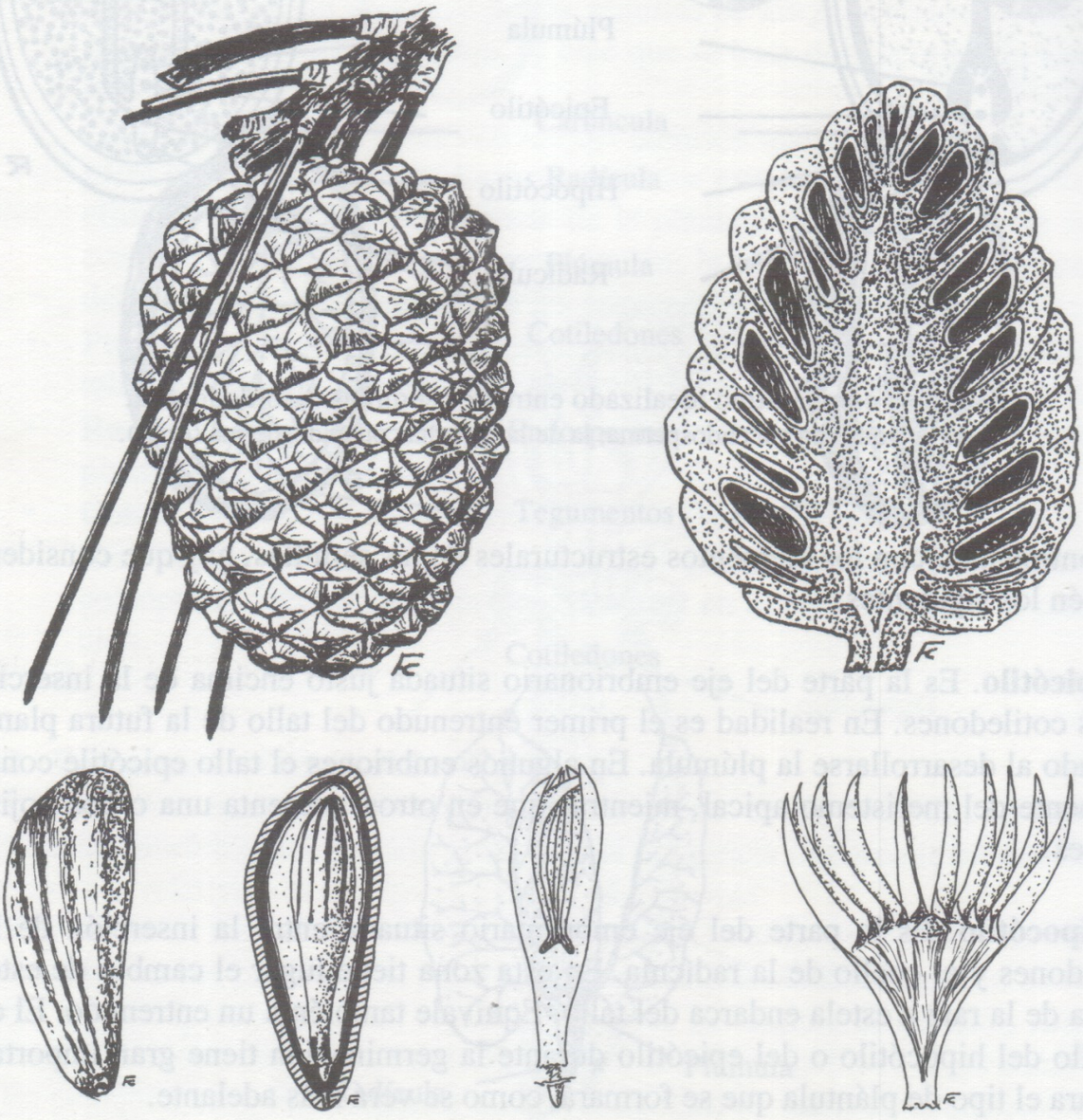
Epicótilo. Es la parte del eje embrionario situada justo encima de la inserción de los cotiledones. En realidad es el primer entrenudo del tallo de la futura planta, formado al desarrollarse la plúmula. En algunos embriones el tallo epicótile consta solamente del meristemo apical, mientras que en otros, presenta una o dos hojitas jóvenes.

Hipocótilo. Es la parte del eje embrionario situada entre la inserción de los cotiledones y el cuello de la radícula. En esta zona tiene lugar el cambio de estela exarca de la raíz a estela endarca del tallo. Equivale también a un entrenudo. El desarrollo del hipocótilo o del epicótilo durante la germinación tiene gran importancia para el tipo de plántula que se formará, como se verá más adelante.

Cotiledones. Son expansiones más o menos laminares (excepcionalmente lineares), que se forman en el eje embrionario. Suelen ser gruesos y carnosos en las semillas sin endosperma, ya que en ellos se acumulan los nutrientes para el desarrollo del embrión. En las semillas con endosperma suelen ser menos aparentes. En general carecen de estípulas. Su contenido en carbohidratos es muy frecuente en algu-

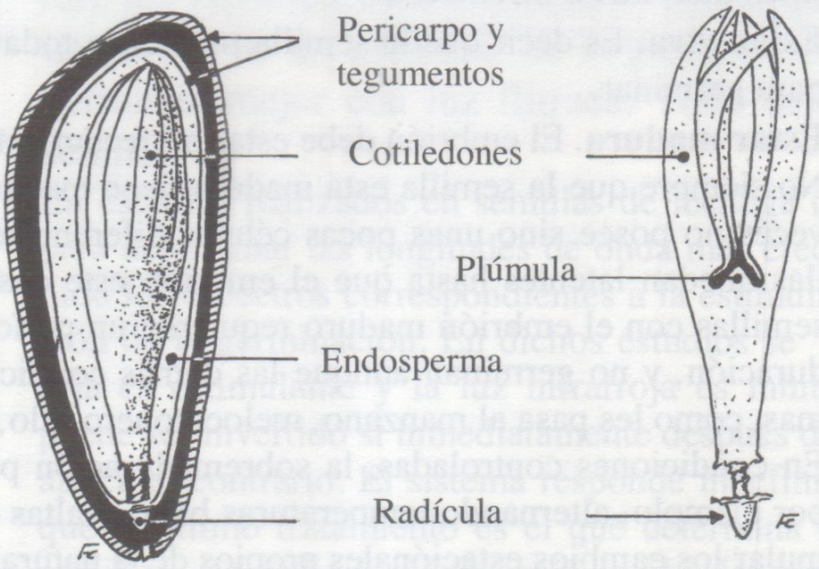
nas leguminosas (semillas **amiláceas**); otras veces las sustancias de reservas son aceites, grasas (semillas **oleaginosas**). La función más importante es la de suministrar los recursos iniciales requeridos por la plántula en su desarrollo.

El número de cotiledones que tiene el embrión es muy constante, hasta el punto que, apoyándose en ello, se ha establecido la separación fundamental clásica de las angiospermas en **monocotiledóneas** y **dicotiledóneas** (con uno o dos cotiledones respectivamente). En el embrión de las gimnospermas existen con frecuencia varios cotiledones.



Pino piñonero, *Pinus pinea* L.

En la parte superior: cono y sección longitudinal del mismo mostrando las semillas (piñones) también seccionados. En la parte inferior, de izquierda a derecha: semilla completa; sección de la misma mostrando el embrión; embrión aislado seccionado y, por último, embrión seccionado y desplegado. Las imágenes inferiores algo aumentadas (orig.).



Detalle de la estructura interna de una semilla y su embrión muy aumentados (orig.).

2.- PROCESO DE GERMINACIÓN DE LA SEMILLA

Aunque el fundamento de este trabajo es básicamente morfológico, no está de más que se trate un poco el proceso de la germinación de la semilla para comprender mejor la morfología de algunas plántulas.

A.- **GERMINACIÓN.** Es el proceso que conduce a la formación de una plántula a partir de una semilla. Abarca desde que el embrión inicia su crecimiento hasta que se agotan todas las reservas contenidas en la semilla y la plántula se establece. El proceso se hace evidente cuando se hincha la semilla y se aprecia la salida de la radícula. Este proceso ya no es reversible.

El proceso comienza con la **imbibición.** La semilla seca (5 – 15 % de humedad) capta agua por ósmosis, lo cual entraña la hidratación de los carbohidratos y las proteínas. Todo se traduce en un aumento de tamaño y de peso (del 40 –50 % en uno o dos días). Tras la imbibición se establece un flujo gaseoso entre el exterior y el interior de la semilla, que posibilita el proceso respiratorio.

B.- **CONDICIONES PARA LA GERMINACIÓN**. Para que se lleve a cabo se requieren varias condiciones, a saber:

1.- **Condiciones internas o intrínsecas**.

- **Estar viva**. Es decir que la semilla mantenga todavía la capacidad para germinar.
- **Estar madura**. El embrión debe estar perfectamente desarrollado. No siempre que la semilla está madura tiene maduro el embrión; a veces no posee sino unas pocas células diferenciadas. Estas semillas quedan latentes hasta que el embrión este desarrollado. Otras semillas con el embrión maduro requieren un período de sobremaduración, y no germinan aunque las demás condiciones sean óptimas, como les pasa al manzano, melocotonero, tilo, fresno, etc.
  En condiciones controladas, la sobremaduración puede acelerarse, por ejemplo, alternando temperaturas bajas y altas con el fin de simular los cambios estaciónales propios de la naturaleza.
- **Estar bien constituida**. Es decir que no tenga malformaciones, defectos ni mutilaciones.

Además de las condiciones anteriores y como curiosidad, cabe resaltar el caso de las minúsculas semillas de orquídeas. Usualmente estas semillas no germinan a menos que sean infectadas por un hongo micorriza, el mismo que abastece a las plántulas con los azúcares y nutrientes que necesitan hasta que están lo suficientemente desarrolladas para fabricar sus propios alimentos.

2.- **Condiciones externas o extrínsecas**.

- **Humedad.** Generalmente la semilla posee un contenido relativamente bajo de agua. La mayoría germinan cuando la humedad del suelo es adecuada. Pero algunas semillas pueden retener suficiente agua para su germinación aunque la humedad del campo esté cerca de provocar el marchitamiento permanente.
- **Oxígeno.** Las semillas en germinación respiran rápidamente y necesitan un buen suministro de oxígeno.
- **Temperatura.** Para cualquier especie existe una temperatura **mínima**, otra **óptima** y otra **máxima.** La mínima es la temperatura más baja en la que la semilla puede germinar. La óptima es la ideal para que la semilla germine. La máxima es la temperatura más alta en la que la semilla puede germinar. Por ejemplo, el rango de temperaturas para que el trigo germine va desde el punto de congelación hasta 35 ° C.
- **Luz.** Con respecto a la luz existen grandes diferencias. Hay semillas que son indiferentes a la presencia de la luz. Otras requieren luz para germinar (semillas fotoblásticas). Otras, por el contrario, retardan la germinación o no germinan cuando

hay luz (semillas afotoblásticas). Incluso para algunas semillas la luz es un inhibidor de la germinación. Otras semillas germinan mejor con luz filtrada. Todo depende del tipo de semilla.

En estudios realizados en semillas de lechuga (*Lactuca sativa* L.) para determinar las longitudes de onda más efectivas, se han obtenido los espectros correspondientes a la estimulación y a la inhibición de la germinación. En dichos estudios se observa que la luz roja es estimulante y la luz infrarroja es inhibidora. Este efecto puede ser invertido si inmediatamente después de un tratamiento se aplica el contrario. El sistema responde indefinidamente, de modo que el último tratamiento es el que determina la respuesta de las semillas. La radiación infrarroja inhibe la germinación, siempre que se aplique antes de 12 horas, pues después de este tiempo las reacciones de germinación están tan avanzadas que ya la inversión resulta imposible.

Este comportamiento de la semilla de lechuga ante el tratamiento reversible de la luz roja e infrarroja se descubrió más tarde en otras muchas semillas.

C.- **IMPEDIMENTOS A LA GERMINACIÓN**. Además de las condiciones que se requieren para la germinación, en ocasiones pueden presentarse algunas circunstancias que la impidan tales como:

1.- **La impermeabilidad de la testa**. A veces los tegumentos no permiten el paso del agua al interior de la semilla con lo cual se impide la imbibición y el proceso de germinación no llega a iniciarse aunque todas las demás condiciones sean óptimas. Puede deberse a:

- Bloqueo de todas las aberturas naturales de la semilla (hilo, micrópilo, cálaza).
- El notable desarrollo de la capa de células de Malpighi. Esta capa puede aparecer impermeabilizada por:
  - Existencia de una capa cérea o de calosa sobre las células en empalizada.
  - Existencia de una cutícula.
  - Suberificación o cutinización de las paredes periclinales externas.
  - Existencia de lamelas de suberina.
  - Existencia de una capa mucilaginosa subcuticular.
  - Existencia de lignina, taninos, quinonas, etc.

2.- **La dureza de las cubiertas seminales** Este factor pude ser otro de los impedimentos para la germinación ya que aprisiona y se opone al normal hinchamiento de la semilla.

Tanto la permeabilidad como el ablandamiento de los tegumentos pueden conseguirse por diversos procedimientos para desbloquear el proceso de la geminación.

De forma natural. A consecuencia de diversos factores tales como:

- La abrasión por roces al ser transportadas las semillas por el viento, el agua, etc.
- Por descomposición de la cubierta en el suelo a causa de los agentes descomponedores (bacterias y hongos).
- Por ruptura mecánica de la cubierta debida a congelaciones y deshielo.
- Calentamiento por incendios o fluctuaciones naturales de la temperatura.
- Por la acción de los jugos gástricos a su paso por el tracto digestivo de los animales.
- Cambios en la estructura coloidal de las paredes de las células, ocasionadas por humedecimiento y secamiento repetidos.

De forma artificial. También de forma artificial se consigue ablandar o permeabilizar las cubiertas seminales para permitir o adelantar la germinación. Para ello existen diversos métodos que mencionamos a continuación.

- Rayado profundo, percusión o abrasión de la cubierta seminal. Este proceso se llama **escarificación**.
- Sometimiento de las semillas a temperaturas muy bajas (-190° C).
- Variaciones alternantes de temperatura lo cual ocasiona microfisuras en la testa (10° C - 20° C) o (50° C - 80° C).
- Inmersión en agua hirviendo.
- Sometiéndolas a la acción de presiones altas.
- Congelación con aire o nitrógeno líquido.
- Exponiéndolas a radiaciones de diversa índole (IR o UV, etc.).
- Por la acción de enzimas.
- Por la acción de ácido sulfúrico tratándolo con las debidas precauciones.
- Por la acción de la acetona o el alcohol absoluto.

En todos los casos el resultado final que se pretende es la mayor o menor degradación de la testa. Cualquiera de estas técnicas no hacen más que adelantar la interrupción del estado de latencia en las semillas.

D.- **PERÍODO DE LATENCIA.** Generalmente las semillas tienen un período de descanso (latencia) antes de germinar y convertirse en una nueva planta.

La duración de este período depende del tipo de semilla y, sobre todo, de las condiciones ambientales. Las semillas en estado latente están vivas y metabolizan a

un ritmo muy reducido. Algunas semillas frescas, aunque tengan condiciones favorables, no llegan a germinar; se les llama **semillas latentes**.

La latencia puede ser de dos tipos: **primaria**, es la que aparece en las semillas apenas son liberadas. Se adquiere cuando la semilla está todavía en la planta. Se le llama también innata, orgánica o embrionaria. **Secundaria** Es adquirida por las semillas cuando no encuentran las condiciones adecuadas para germinar. Se le llama también inducida o impuesta.

Las causas que llevan a la latencia pueden ser varias:

- Existencia de inhibidores de la germinación en los tegumentos (latencia química).
- Limitaciones en el intercambio gaseoso o toma de agua (latencia física).
- Limitaciones mecánicas al desarrollo del embrión (latencia mecánica).
- Falta de diferenciación del embrión en el momento de liberarse las semillas (latencia morfológica).
- Fallos en la movilización de las sustancias de reserva, la acción de la luz, necesidad de un periodo de frío o de sequedad, etc. (latencia fisiológica).

En cualquier caso se trata de un proceso regulado por un complejo sistema hormonal, y es un mecanismo de extraordinaria importancia para la supervivencia de las especies.

E.- **LONGEVIDAD DE LAS SEMILLAS.** La vida de las semillas varía desde unas pocas semanas, a varios cientos de años, dependiendo de la especie y de las condiciones ambientales. Raramente suelen sobrepasar varias décadas.

En ecosistemas muy abiertos, donde las fluctuaciones de humedad, temperatura, y luminosidad son muy elevadas, es característico en las especies que los habitan, la producción de gran número de semillas pequeñas, con una viabilidad muy prolongada y con algún tipo de latencia.

En ecosistemas con vegetación muy cerrada, las condiciones de humedad, temperatura e iluminación son muy estables; por tal motivo las plantas suelen producir pocas semillas pero de mayor tamaño, con una viabilidad corta y, generalmente, sin latencia.

Las semillas de las plantas comunes viven uno o varios años en condiciones ordinarias. Otras semillas tienen comportamientos más singulares como algunos casos que citamos a continuación.

Las del arce plateado (*Acer saccharinum* L.) germinan tan pronto son liberadas en junio; y las que no encuentran condiciones favorables mueren cuando su contenido de agua baja del 60 %, que es el normal para ellas, al 30 ó 40 %.

Uno de los record de longevidad lo tiene el loto oriental (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) del cual se encontraron semillas en un yacimiento de turba y tienen más de mil años.

La creencia de que semillas de trigo, encontradas en las pirámides de Egipto con más de tres mil años, hayan germinado, no ha sido certificada ni registrada científicamente.

Según experimentos realizados se sabe que cuando las semillas se guardan en condiciones bajas de temperatura y concentración de oxígeno, la respiración y otros factores fisiológicos disminuyen , y la viabilidad se prolonga.

En general, las condiciones que aumentan la tasa de respiración acortan la vida de las semillas. Por el contrario las condiciones que disminuyen la tasa de respiración alargan la vida de las semillas. Igualmente, existe una relación directa entre la dureza de los tegumentos seminales y la longevidad de las semillas.

3.- TIPOLOGÍA DE LAS PLÁNTULAS

Los estadios juveniles de las plantas son con frecuencia muy diferentes a los adultos, sobre todo en las especies arbustivas y arbóreas. En las últimas décadas se han realizado aportaciones interesantes sobre la morfología de plántulas de especies arbóreas en estudios ecológicos para regeneración de bosques, destacando Vogel quien dejó un verdadero tratado sobre ciento cincuenta especies de Malasia.

Remontándonos años atrás destacan las aportaciones de De Candolle, el cual reconoció en los embriones los órganos básicos (radícula, plúmula y cotiledones). Igualmente estableció para las leguminosas dos grupos: **phyllolobeas** (con cotiledones foliáceos) y **sarcolobeas** (con cotiledones de almacenamiento).

Posteriormente Klebs recopiló toda la información existente hasta su época de todas las plántulas europeas. Reconoció los siguientes grupos:

a.- **Plántulas con dos o más cotiledones**. La mayoría de las dicotiledóneas y las gimnospermas.

b.- **Plántulas dicotiledóneas con uno o dos cotiledones rudimentarios**.

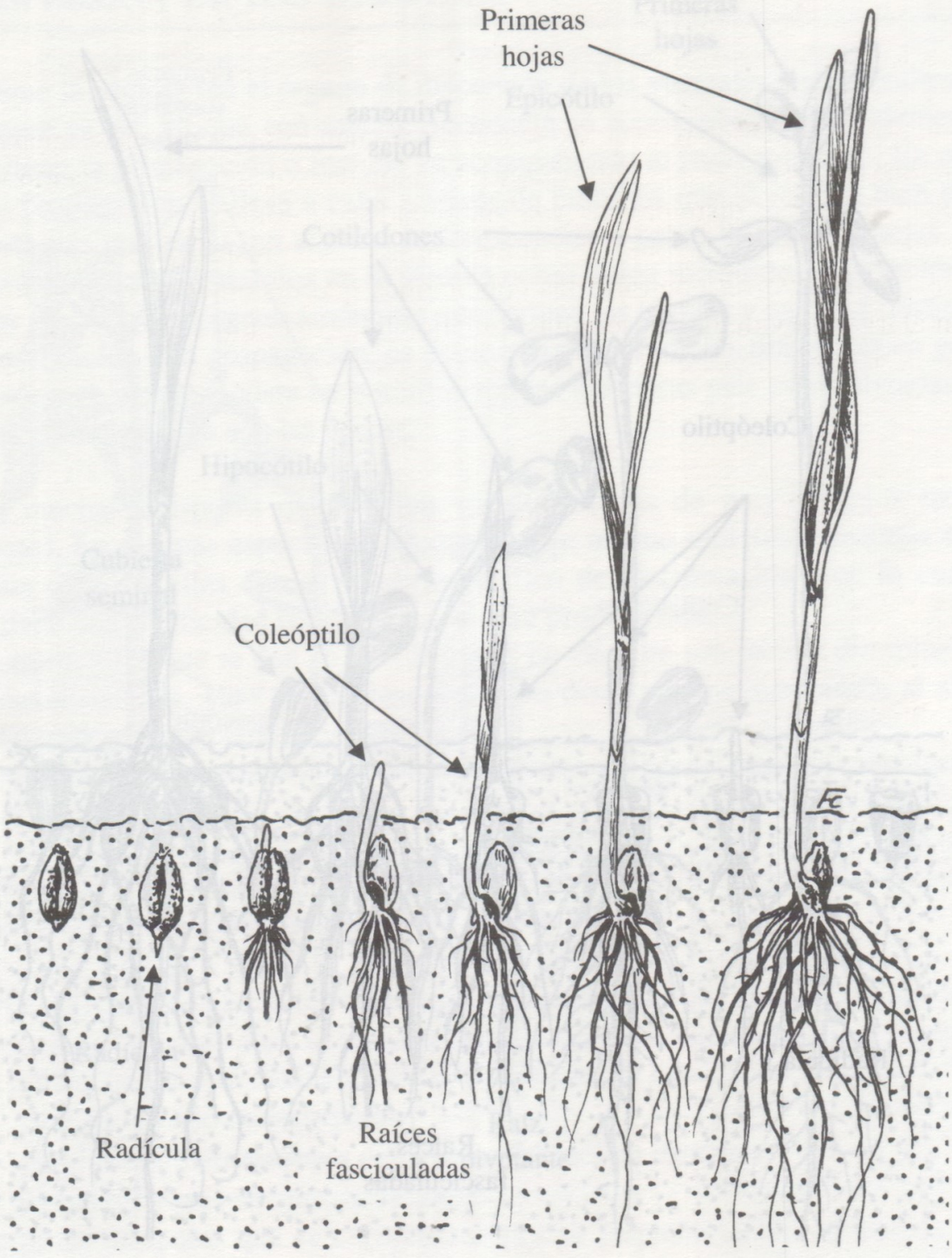
c.- **Plántulas de un solo cotiledón**. Monocotiledóneas.

A él se debe también el establecimiento de los dos tipos básicos de plántulas hoy reconocidos:

Epigeas. Las que al germinar expulsan los cotiledones fuera del suelo.

Hipogeas. Las que al germinar mantienen los cotiledones bajo el suelo.

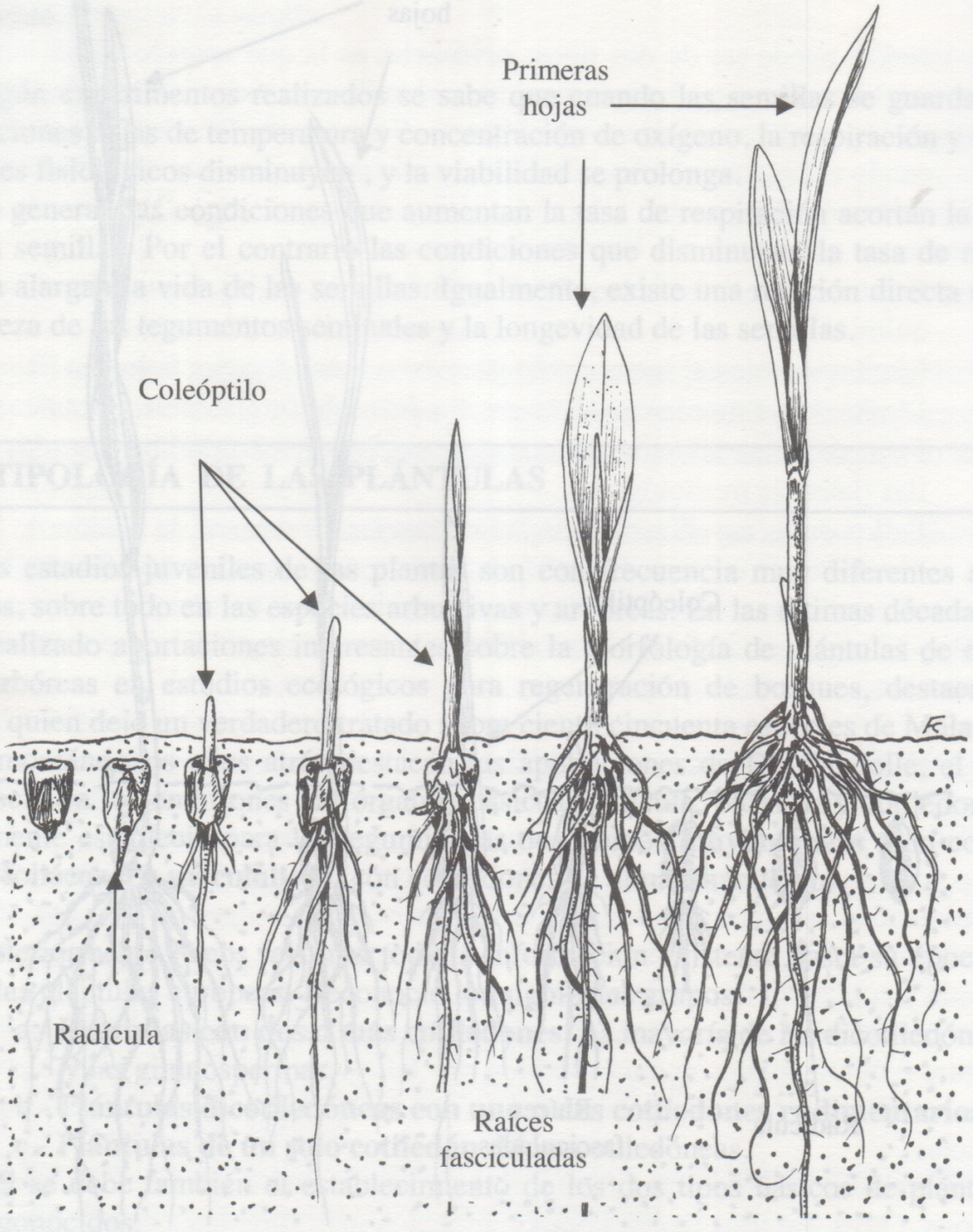
A continuación se muestran imágenes de los dos tipos básicos de plántulas durante el proceso de la geminación.



Germinación hipogea

Trigo, *Triticum aestivum* L.

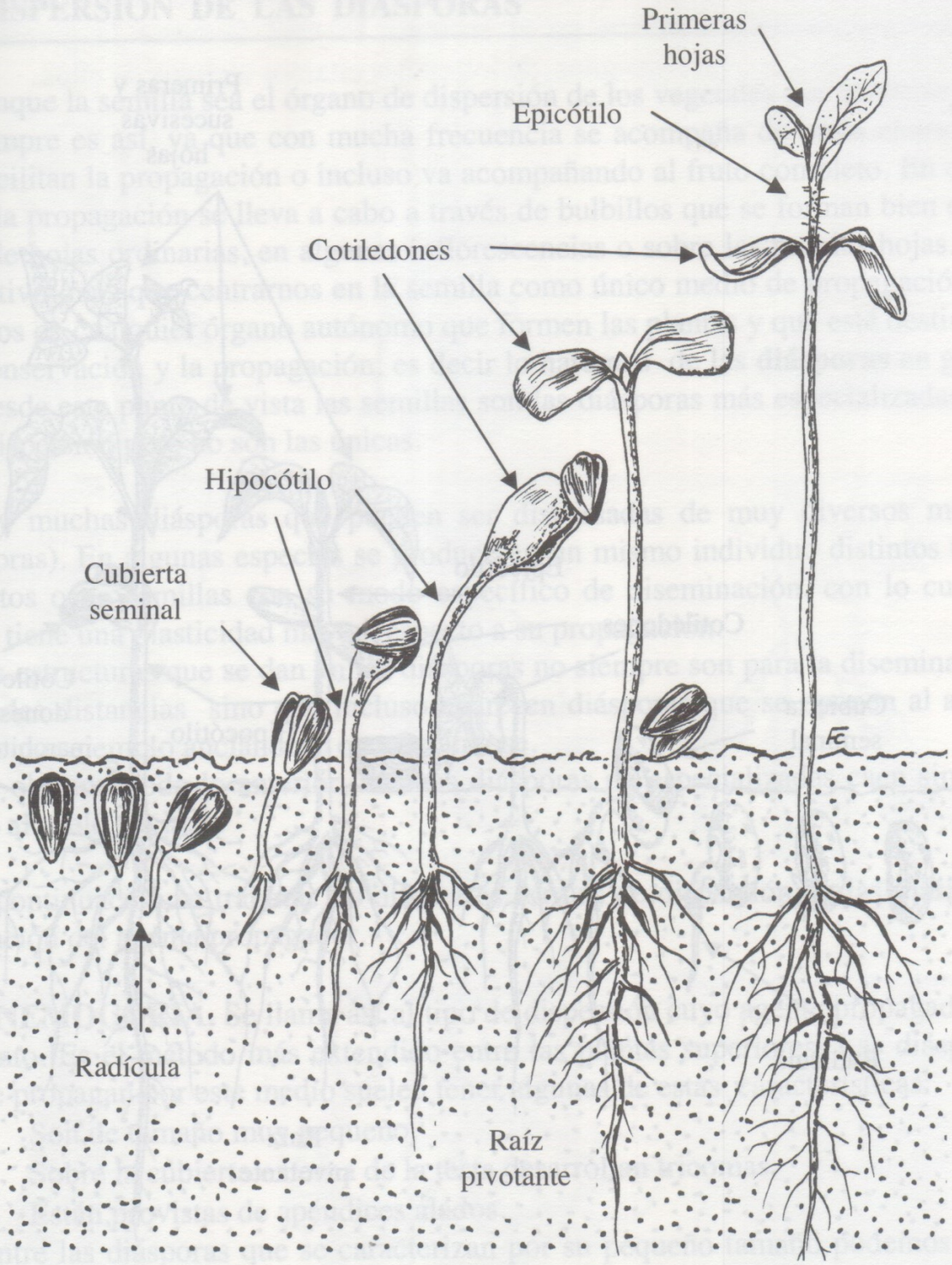
Distintas fases de la germinación de un grano de trigo desde que es depositado en tierra hasta el desarrollo de las primeras hojas. El coleóptilo tiene endurecida la parte superior, lo que facilita la salida de la joven plántula a flor de tierra; luego la plúmula atraviesa el coleóptilo y asoman al aire los extremos de las primeras hojas (orig.).



Germinación hipogea

Maiz, *Zea mays* L.

Distintas fases de la germinación de un grano de maíz desde que es depositado en tierra hasta el desarrollo de las primeras hojas. El proceso de germinación es similar al del trigo, ya que se trata de dos plantas monocotiledóneas. El desarrollo de la plúmula hace que atraviese el coleóptilo y asomen al aire los extremos de las primeras hojas (orig.).

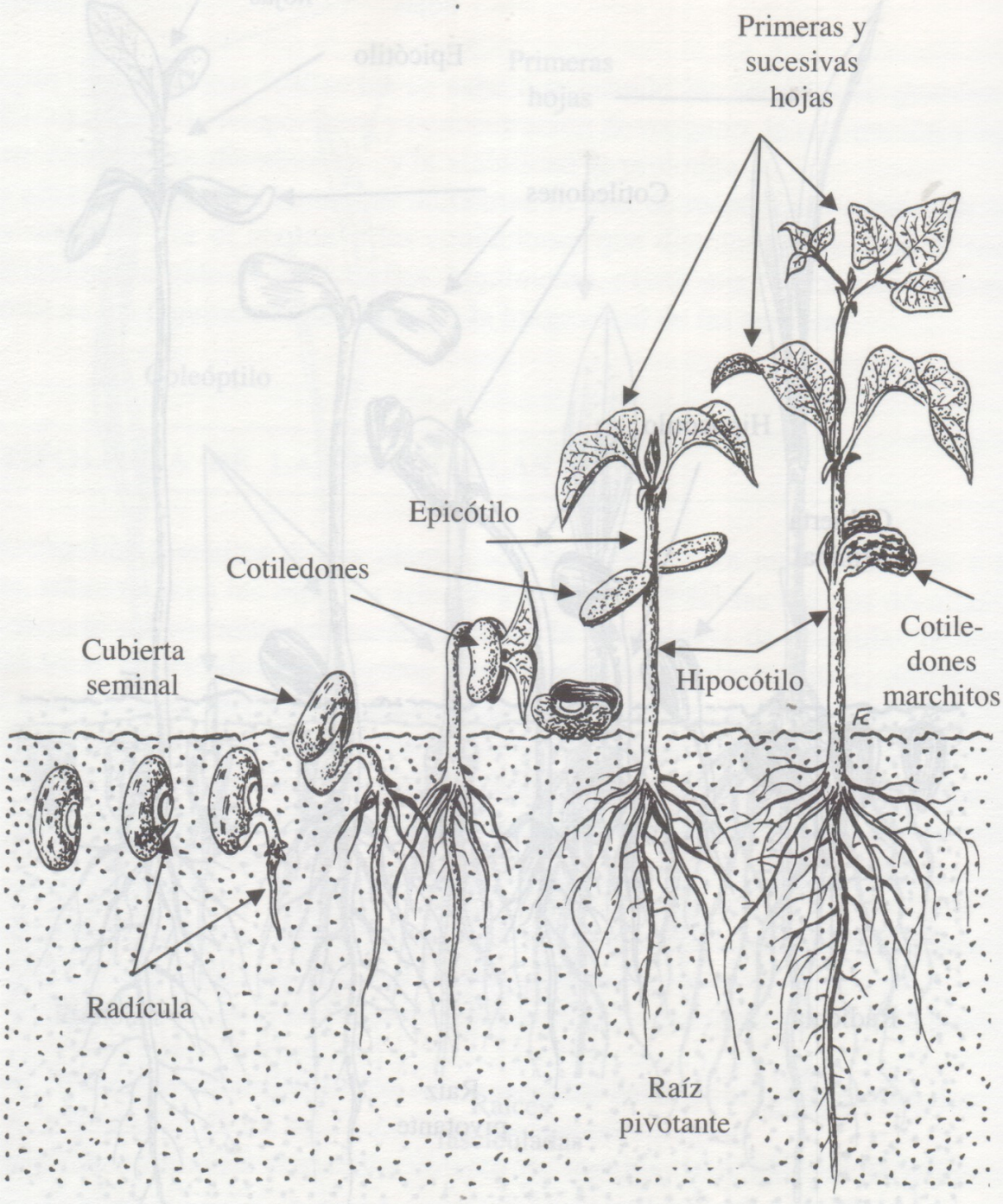


Germinación epigea

Girasol, *Helianthus annuus* L.

Distintas fases de la germinación de un fruto de girasol. Nótese la expulsión de los cotiledones fuera del suelo a causa del notable desarrollo del hipocótilo; su crecimiento está muy influido por la cantidad de luz que recibe la plántula. Los cotiledones serán los primeros órganos fotosintéticos de la plántula (orig.).

FACULTAD DE CIENCIAS BIBLIOTECA GRANADA



Germinación epigea

Judía, *Phaseolus vulgaris* L.

Fases del desarrollo germinativo de una semilla de judía desde la siembra hasta que se desarrollan sus primeras hojas. El proceso es similar al anterior, ya que se trata de dos plantas dicotiledóneas. Nótese en los primeros estadios el geotropismo positivo de la radícula, sea cual sea la posición de la semilla en el suelo (orig.).

4.- DISPERSIÓN DE LAS DIÁSPORAS

Aunque la semilla sea el órgano de dispersión de los vegetales por antonomasia, no siempre es así, ya que con mucha frecuencia se acompaña de otros elementos que facilitan la propagación o incluso va acompañando al fruto completo. En otros casos la propagación se lleva a cabo a través de bulbillos que se forman bien en la axila de hojas ordinarias, en algunas inflorescencias o sobre las propias hojas. Por tal motivo, más que centrarnos en la semilla como único medio de propagación, lo haremos de cualquier órgano autónomo que formen las plantas y que esté destinado a la conservación y la propagación; es decir lo haremos de las **diásporas** en general. Desde este punto de vista las semillas son las diásporas más especializadas para la dispersión pero no son las únicas.

Hay muchas diásporas que pueden ser dispersadas de muy diversos modos (policoras). En algunas especies se produce en un mismo individuo distintos tipos de frutos o de semillas con su modo específico de diseminación, con lo cual la planta tiene una plasticidad mayor respecto a su propagación.

Las estructuras que se dan en las diásporas no siempre son para la diseminación a grandes distancias sino que incluso aparecen diásporas que se oponen al alejamiento por ejemplo anclándose o enterrándose.

No obstante todo lo anterior, muchas diásporas no especializadas caen simplemente al suelo sin más.

A continuación se tratarán las diferentes formas de dispersión de las diásporas en función del agente propagador.

A.- **ANEMOCORIA.** Se llama así al tipo de dispersión cuyo agente propagador es el viento. Es el método más extendido entre las plantas superiores. Las diásporas que se propagan por este medio suelen tener algunas de estas características:

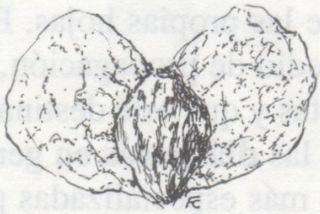
- Son de tamaño muy pequeño.
- Sobre la cubierta externa de la testa desarrollan tricomas.
- Están provistas de apéndices alados.

Entre las diásporas que se caracterizan por su pequeño tamaño podemos citar las de las familias *Orchidaceae, Droseraceae, Nepenthaceae, Scrophulariaceae*, etc. que pueden ser transportadas a cientos de kilómetros de su lugar de origen.

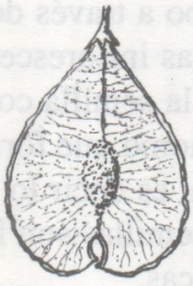
Las diásporas que utilizan este medio de dispersión las podemos agrupar según sus características morfológicas en los siguientes tipos:

1. **Plananemocoras.** Son las diásporas que poseen alas, estructuras pilosas o vesículas para suspenderse y planear en el aire dejándose arrastrar por él.

En algunos casos los pelos ayudan a caer a la diáspora en una posición determinada y concreta en el sustrato, lo cual favorece la germinación. Existen muchos ejemplos, de los cuales citamos algunos de ellos.



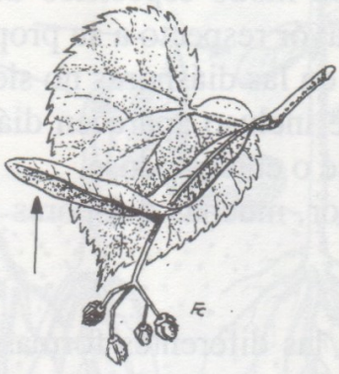
Abedul
Betula alba L.



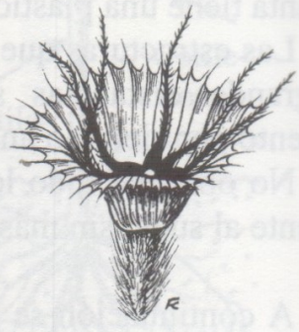
Olmo
Ulmus minor Miller

Fresno
Fraxinus excelsior L.

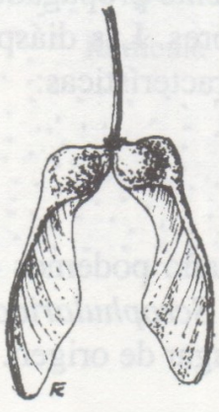
Ailanto
Ailanthus altissima Miller



Tilo
Tilia cordata Miller



Escabiosa
Scabiosa stellata L.

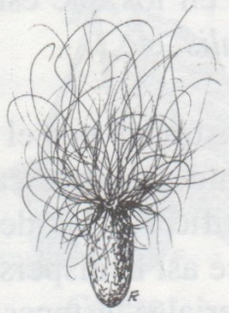


Arce de Montpellier
Acer monspesulanum L.

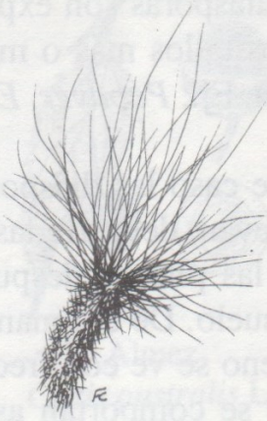
Arce real
Acer platanoides L.

Arce negundo
Acer negundo L.

Ejemplos de diásporas plananemocoras con apéndices alados
No existe proporción de tamaños entre las distintas imágenes (orig.).

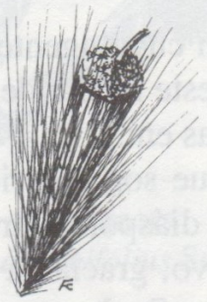


Álamo negro
Populus nigra L.

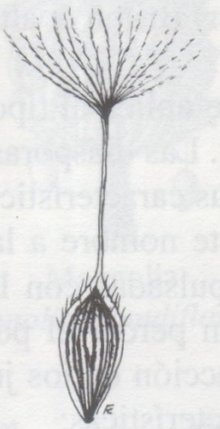


Adelfa
Nerium oleander L.

Hierba de San Antonio
Epilobium hirsutum L.



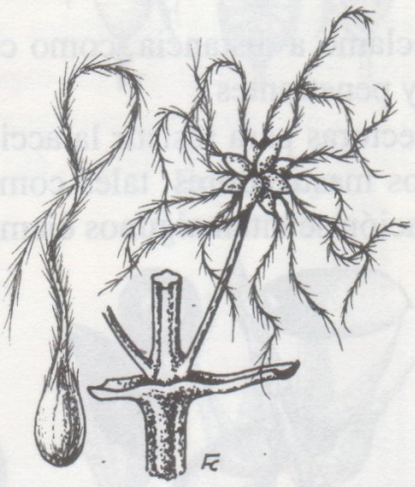
Plátano de paseo
Platanus hybrida Brot.



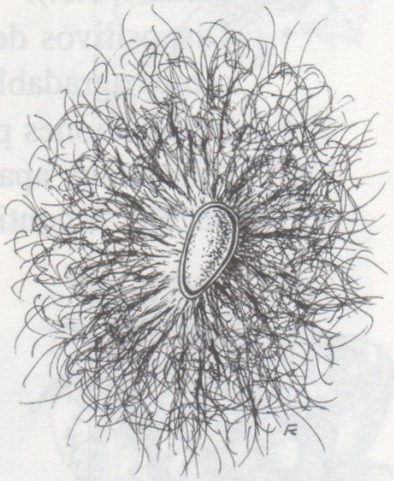
Lechuga silvestre
Lactuca serriola L.

Barbas de viejo
Urospermum picroides (L.) Scop. Ex F.W. Smidt

Alcaucil silvestre
Cynara cardunculus Wiklund



Clemátide
Clematis vitalba L.



Algodón
Gossypium herbaceum L.
Seccionada longitudinalmente.

Ejemplos de diásporas plananemocoras con estructuras pilosas
No existe proporción de tamaños entre las imágenes anteriores (orig.).

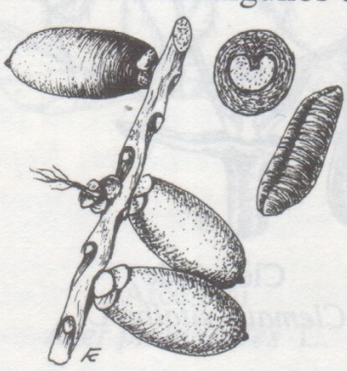
2. **Boleoanemocoras.** Las diásporas son expulsadas y lanzadas por las sacudidas del viento sobre los tallos más o menos tiesos en los que están los órganos que las contienen. Ej.: *Papaver, Erica, Digitalis*, etc.

3. **Geoanemocoras.** En este caso las diásporas son arrastradas por el suelo, ya que difícilmente se elevan, desplazadas por el viento. En otros casos el viento arranca de cuajo las plantas después de fructificar y las desplaza restregándolas contra el suelo. De esa manera favorece así la dispersión de las semillas. Este fenómeno se ve con frecuencia en eriales, estepas y calveros. A las plantas que se comportan así se las llama "estepicursores". Estas plantas tienen los tallos muy ramificados y formando una masa redonda con mucha resistencia al viento y con poco peso. Ej.: *Medicago, Eryngium campestre* L. , *Salsola kali* L. , *Sisymbrium altissimun* L., *Agrostis hyemalis* (Walter) Briton et alt., *Spinifex squarrosus* L., etc.

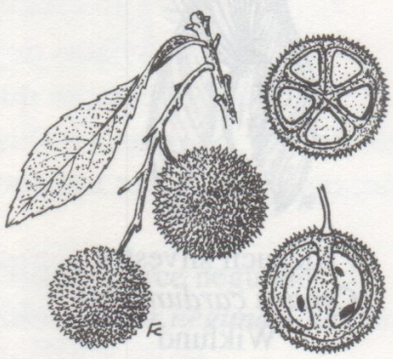
B.- **ZOOCORIA.** Este término se aplica al tipo de dispersión cuyo agente propagador son los animales en general. Las diásporas que utilizan este medio de dispersión las podemos agrupar según sus características morfológicas en:

1. **Endozoocoras**. Se da este nombre a las diásporas que son ingeridas por los animales y luego expulsadas con las heces. Las diásporas atraviesan todo el tubo digestivo sin perder el poder germinativo, gracias a que no son perjudicadas por la acción de los jugos digestivos. Suelen tener algunas de las siguientes características:
   - Poseen mecanismos de atracción como sustancias alimenticias de cualquier tipo (carbohidratos, lípidos, proteínas, ácidos orgánicos, sales minerales, etc.).
   - Dispositivos de reclamo a distancia, como colores vivos y llamativos, olores agradables y penetrantes.
   - Adaptaciones protectoras para resistir la acción de los jugos digestivos y la de los aparatos masticadores, tales como esclerotesta, esclerocarpo, etc. A continuación se citan algunos ejemplos representativos.

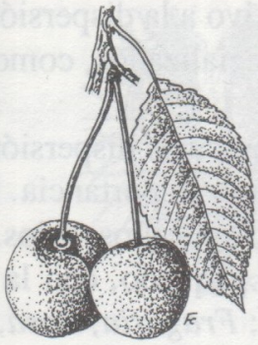
Vid
Vitis vinifera L.



Palmera datilera
Phoenix dactylifera L.

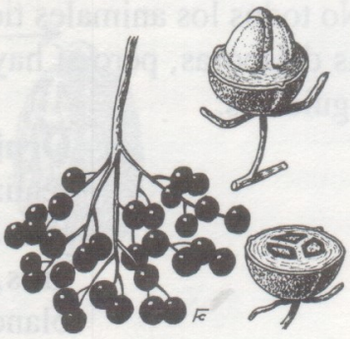


Madroño
Arbutus unedo L.

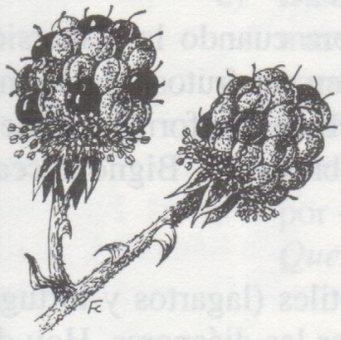


Cerezo
Prunus avium L.

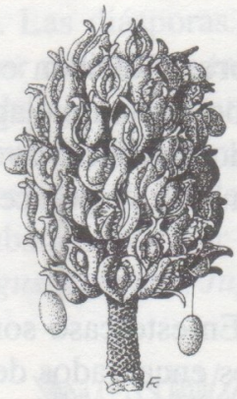
Almez
Celtis australis L.



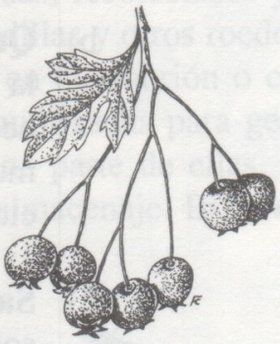
Saúco
Sambucus nigra L.



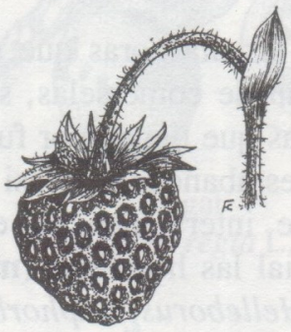
Zarzamora
Rubus ulmifolius Schott



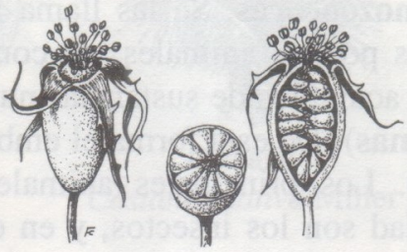
Magnolia
Magnolia grandiflora L.



Majuelo
Crataegus monogyna Jacq.

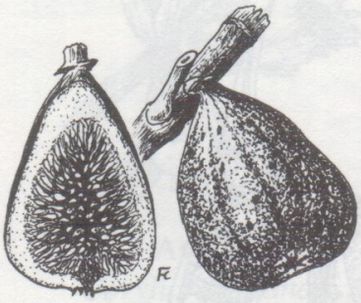


Fresa silvestre
Fragaria vesca L.



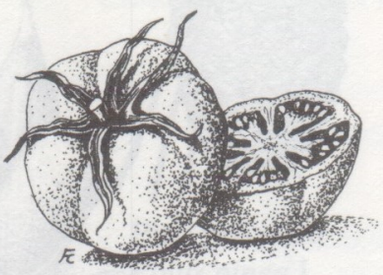
Escaramujo
Rosa canina L.

Morera blanca
Morus alba L.



Higuera
Ficus carica L.

Alquequenje
Physalis alkekengi L.



Tomate
Lycopersicum sculentum Mill.

Ejemplos de plantas con dispersión endozoocora
Entre las imágenes anteriores no existe proporción de tamaños (orig.).

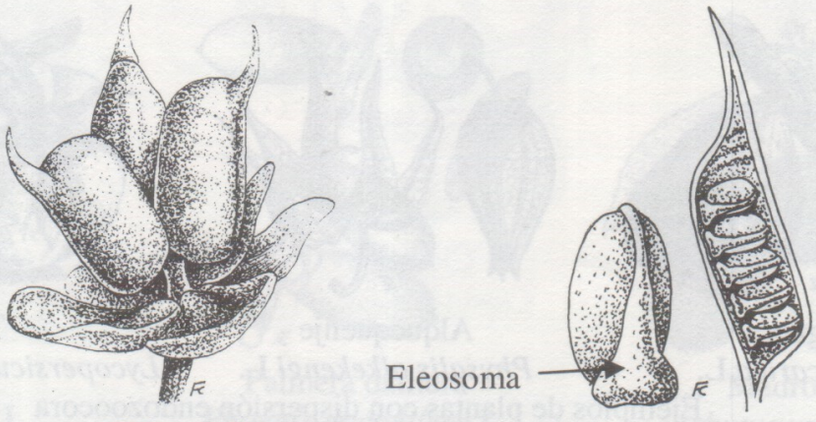
No todos los animales tienen la misma importancia en lo relativo a la dispersión de las diásporas, pero sí hay algunos grupos característicos especializados, como los siguientes:

a) **Ornitocoras**. Se llaman así las diásporas cuya dispersión es realizada por las aves. Su acción es de gran importancia. Este tipo de diásporas presentan colores vivos: amarillos, rojos, negros, etc. Su tamaño es entre mediano y pequeño, con la piel blanda y no suelen caerse en invierno. Ej.: *Fragaria, Rosa, Rubus, Vitis, Olea, Hedera, Ribes, Magnolia, Ligustrum, Sambucus, Morus*, etc.

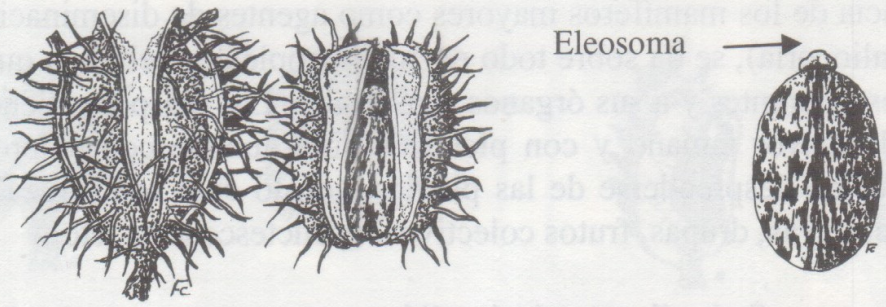
b) **Quiropterocoras**. Reciben este nombre cuando la dispersión la llevan a cabo los murciélagos. Suelen ser frutos que permanecen colgando de las ramas de los árboles de forma visible y muy expuesta. Ej.: Sapotáceas, Bombacáceas, Bignoniáceas, etc.

c) **Saurocoras**. En este caso son los reptiles (lagartos y tortugas sobre todo) los encargados de dispersar las diásporas. Hoy día carece de importancia esta forma de propagación dada su escasa influencia. Ej.: las semillas de cactos.

d) **Eleosomozoocoras**. Se las llama así a las diásporas que son buscadas por los animales, no con el fin de comérselas, sino sólo los acúmulos de sustancias nutritivas que tienen por fuera (**eleosomas**). De esta forma el embrión es abandonado casi inalterado. Los principales animales que intervienen en esta modalidad son los insectos, y en especial las hormigas (**mirmecocoria**). Ej.: *Ricinus, Rosmarinus, Helleborus, Euphorbia, Polygala, Chelidonium, Myristica*, etc.



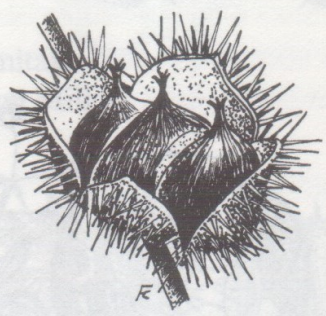
Eléboro fétido, *Helleborus foetidus* L.



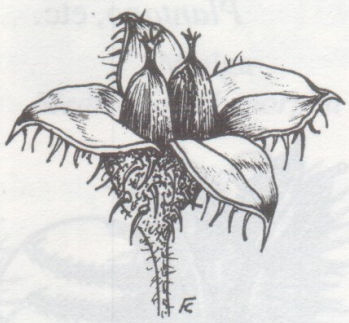
Ricino, *Ricinus communis* L.
Ejemplos de diásporas eleosomozoocoras algo aumentadas (orig.).

e) **Diszoocoras**. Las diásporas son buscadas, recolectadas y almacenadas por mamíferos tales como ardillas y otros roedores, para aprovechar los nutrientes que hay en el embrión o cerca de él. Por tanto las diásporas quedan inutilizadas para germinar. Sólo se salvan de la destrucción una parte de ellas, bien por olvido, abandono o por exceso de almacenaje. Ej.: *Pinus, Quercus, Fagus, Corylus, Juglans*, etc.

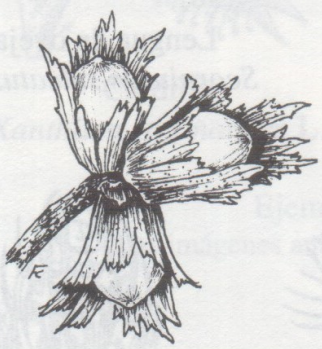
Nogal
Juglans regia L.



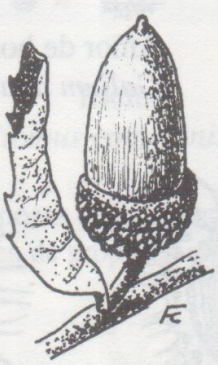
Castaño
Castanea sativa Miller



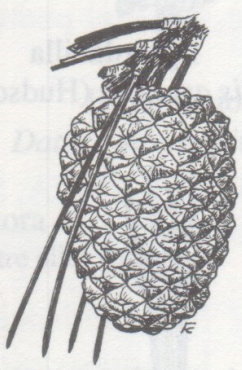
Haya
Fagus sylvatica L.



Avellano
Corylus avellana L.



Alcornoque
Quercus suber L.



Pino piñonero
Pinus pinea L.

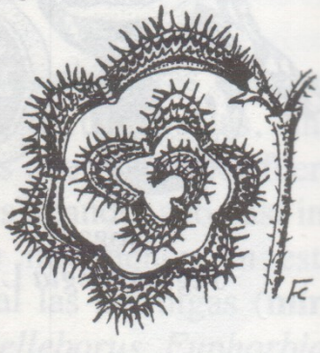
Ejemplos de plantas con dispersión diszoocora
No existe proporción de tamaños entre las imágenes anteriores (orig.).

La importancia de los mamíferos mayores como agentes de diseminación endozoocora, (mamaliocoria), se da sobre todo en zonas tropicales debido a que poseen aparatos bucales diferentes y a sus órganos sensoriales. Las diásporas tienen olores intensos, son de mayor tamaño y con piel más dura aunque con colores menos llamativos, y suelen desprenderse de las plantas; con lo cual son utilizadas en el suelo. Suelen ser bayas, drupas, frutos colectivos, infructescencias, etc.

2. **Epizoocoras**. Se les llama así a las diásporas que se propagan adheridas al exterior del cuerpo de los animales. Son múltiples las adaptaciones que provocan la fijación de las diásporas al cuerpo de los animales. Unas son espinosas, otras poseen ganchos reflejos, otras tienen pelos glandulares, etc. Ejemplos de diásporas con estas características las encontramos en *Arctium, Medicago, Galium, Geum, Tribulus, Dipsacus, Xanthium*, etc. Las semillas de plantas acuáticas y palustres, por su pequeñez se adhieren mezcladas con el barro a las patas de las aves acuáticas y pueden propagarse mundialmente sobre todo si intervienen aves migratorias. Esta posibilidad de adhesión aumenta si las semillas y frutos están húmedos, ya que se vuelven viscosos y pegajosos. Ej.: *Carex, Juncus, Cyperus, Alisma, Plantago,* etc.

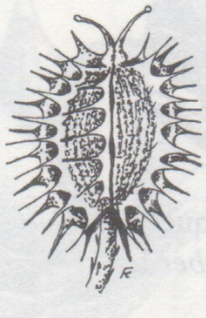
Bardanilla
Torilis arvensis (Hudson) Link

Amor de hortelano
Galium aparine L.

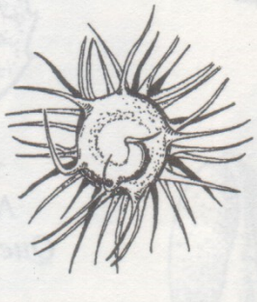


Lengua de oveja
Scorpiurus sulcatus L.

Cáñamo acuático
Bidens sp.



Enredo
Daucus carota L.



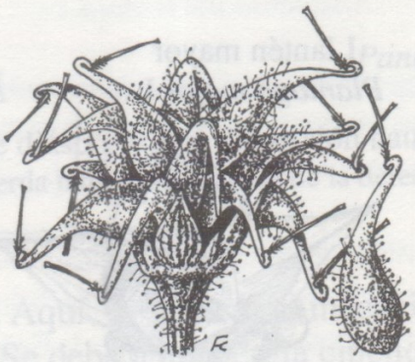
Carretilla
Medicago sp.

Abrojos
Tribulus terrestris L.

Caléndula
Calendula arvensis L.

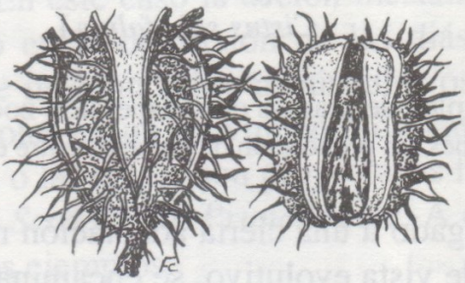
Bardana, *Arctium minus* (Hill) Bernh.

Hierba del ermitaño
Geum pyrenaicum Miller

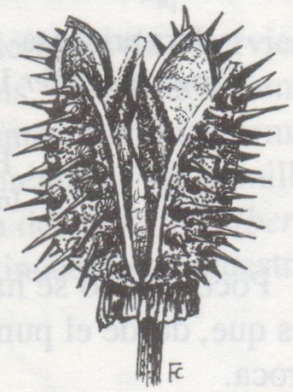


Mielga
Medicago polymorpha L.

Cardillo
Xanthium strumarium L.



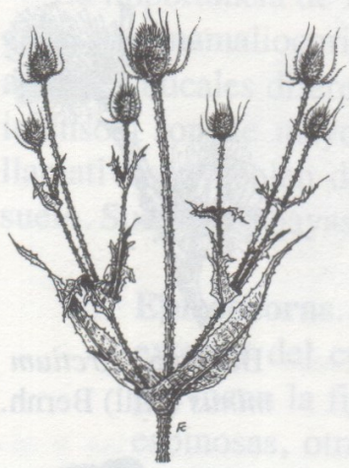
Ricino
Ricinus communis L.



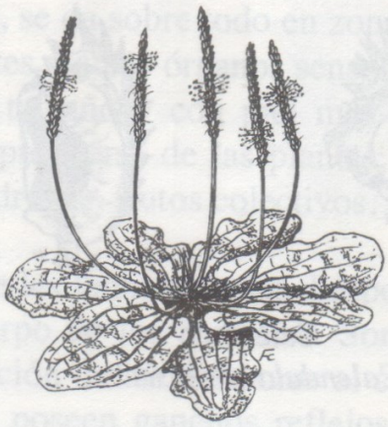
Estramonio
Datura stramonium L.

Ejemplos de diásporas con dispersión epizoocora
Las imágenes anteriores carecen de proporción de tamaños entre ellas (orig.).

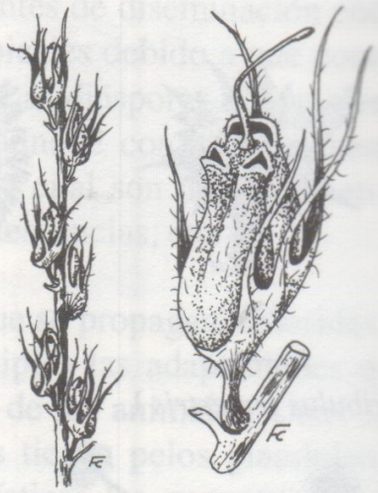
3. **Zoobalocoras**. Es una forma especial de diseminación por los animales. Las plantas zoobalocoras poseen tallos rígidos y desparramados. Estos tallos son movidos por los animales al pasar y cuando el tallo retrocede catapulta las semillas o frutos. En este grupo abundan los vegetales con cápsulas. Ej.: *Plantago, Cistus, Misopates, Dipsacus*, etc.



Cardencha
Dipsacus fullonum L.

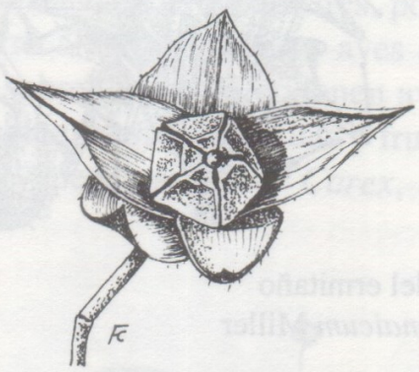


Llantén mayor
Plantago major L.

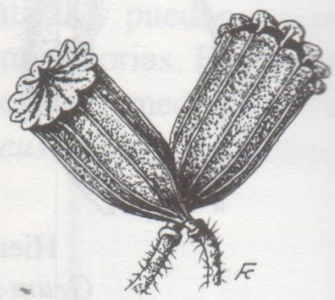


Becerrilla
Misopates orontium (L.) Rafin

Jara pringosa
Cistus ladanifer L.



Jaguarzo morisco
Cistus salvifolius L.



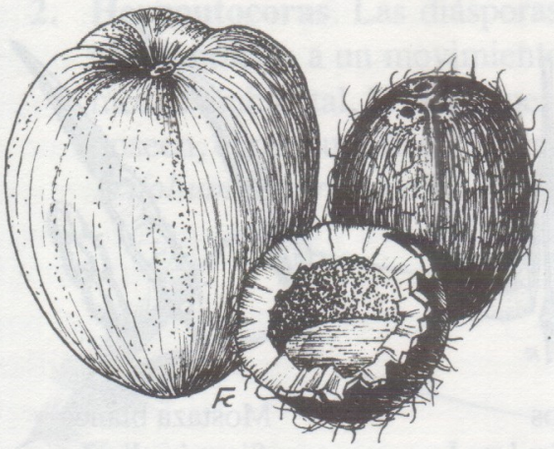
Amapola
Papaver rhoeas L.

Ejemplos de plantas con dispersión zoobalocora
Imágenes sin proporción de tamaños entre ellas (orig.).

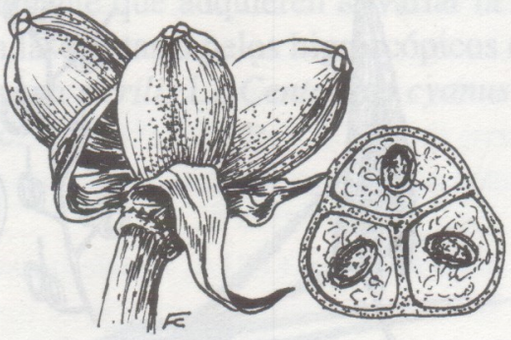
Poco a poco se ha llegado a una cierta adaptación mutua entre plantas y animales que, desde el punto de vista evolutivo, se encamina a una mejora selectiva recíproca.

C.- **HIDROCORIA.** Se aplica este término a las diásporas en cuya propagación interviene el agua. Dependiendo de la manera como influya el agua se debe distinguir entre:

1. **Nautohidrocoras.** En este caso el agua actúa como vehículo de transporte. Las diásporas van flotando. La capacidad de flotación de las diásporas puede deberse a factores diferentes como: que no se humedecen, existen cavidades dentro de la semilla, tienen elementos flotadores, poseen tejido esponjoso, posen vesículas aeríferas, etc. Ej.: *Potamogeton*, *Nymphaea*, *Cocos*, *Pancratium*, *Nuphar*, etc.



Cocotero
Cocos nucifera L.

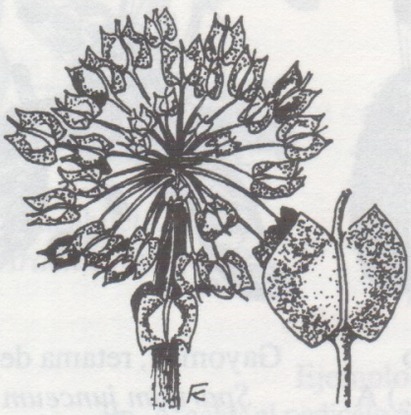


Pancracio
Pancratium maritimun L.

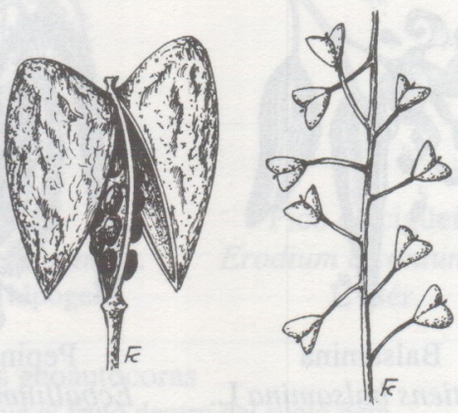
Ejemplos de diásporas con dispersión nautohidrocora
La imagen de la izquierda muy reducida y la de la derecha aumentada (orig.).

2. **Ombrohidrocoras.** Aquí, es la acción mecánica de la lluvia la que provoca la diseminación. Se debe a la energía cinética que poseen las gotas en su caída, que al incidir sobre la planta provoca la separación de las diásporas. Ej.: *Helianthemun guttatum* (L.) Mill., *Sedum acre* L., etc.

3. **Ombrobalocoras.** En este caso la acción mecánica de la lluvia interviene de modo inmediato en la dispersión de las diásporas. Los frutos tienen forma de paleta y se insertan sobre pedúnculos oscilantes que transforman el impulso de las gotas en un movimiento de lanzamiento de las semillas fuera de las silicuas o las clusas son proyectadas fuera del cáliz. Ej.: *Iberis, Brassica, Capsella, Scutellaria, Prunella*, etc. A continuación se muestran imágenes de algunos ejemplos.

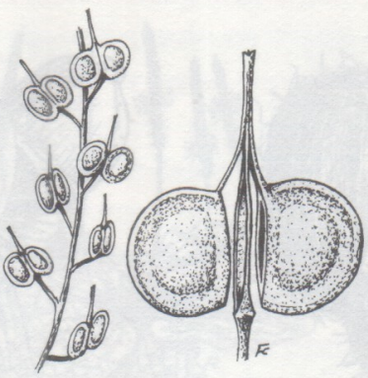


Zarzara
Iberis pectinata Boiss. & Reuter

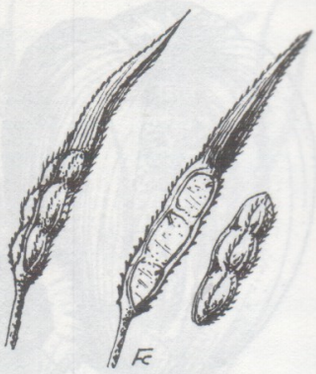


Zurrón de pastor
Capsella bursa-pastoris L.

Colza
Brassica rapa L.



Anteojos
Biscutella auriculata L.



Mostaza blanca
Sinapis alba L.

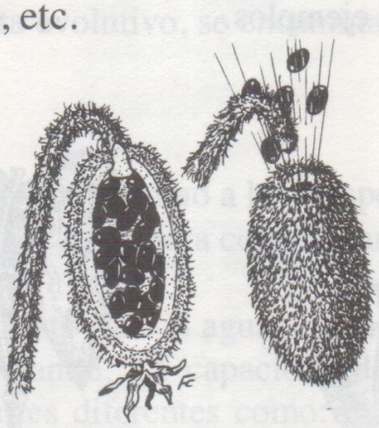
Ejemplos de plantas con dispersión ombrobalocora
Al lado de algunas imágenes se detalla un fruto aumentado (orig.).

D.- **AUTOCORIA.** Las plantas autocoras propagan sus diásporas por sus propios medios. A veces influyen, en mayor o menor medida, algunos factores externos como por ejemplo el grado de humedad ambiental. Según el mecanismo que causa la dispersión, podemos distinguir:

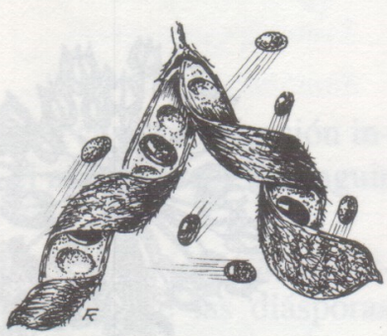
1. **Boleoautocoras**. En este tipo de diásporas el agente desencadenante de la dispersión puede ser la turgencia de ciertos tejidos que provoca la dehiscencia brusca de los órganos que contienen las diásporas, las cuales son lanzadas a cierta distancia como sucede en *Oxalis, Viola, Dendromecun, Ecballium,* etc. Esta última puede proyectar sus semillas hasta más de 12 metros.

   Otros ejemplos pueden ser las cápsulas explosivas de *Impatiens*, la torsión brusca de las legumbres en *Spartium*, las cápsulas catapultantes de *Geranium*, etc.

Balsamina
Impatiens balsamina L.



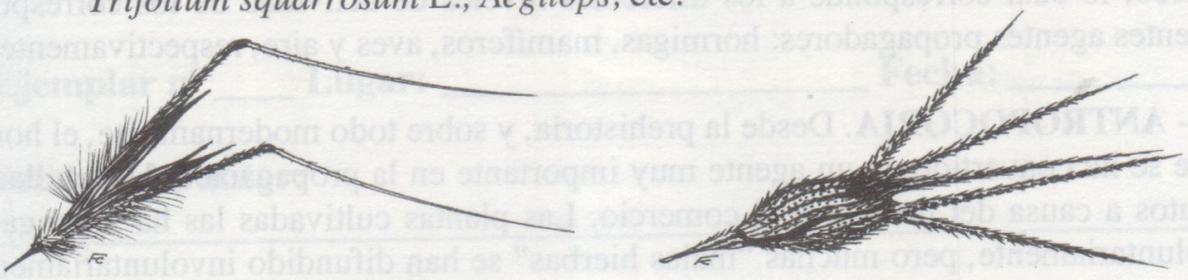
Pepinillo del diablo
Ecballium elaterium (L.) A. Richard



Gayomba, retama de olor
Spartium junceum L.

Ejemplos de diásporas boleoautocoras (orig.).

2. **Herpautocoras**. Las diásporas se dispersan aún más, una vez están en el suelo, gracias a un movimiento serpenteante que adquieren al variar la humedad ambiental, la cual repercute en las aristas o pelos higroscópicos que poseen, como sucede en *Geranium*, *Avena sterilis* L., *Centaurea cyanus* L., *Trifolium squarrosum* L., *Aegilops*, etc.



Avena loca
Avena sterilis L.

Rompesacos
Aegilops neglecta Req. ex Bertol.

Ejemplos de diásporas herpautocoras (orig.).

3. **Geoautocoras.** La propagación de las diásporas se debe a unos movimientos especiales de los órganos que las contienen. Gracias a esos movimientos las diásporas se depositan en las fisuras de las rocas o se entierran en el suelo. Ej.: *Linaria, Cymbalaria vulgaris* Tourn., *Arachis hipogea* L., *Trifolium subterraneum* L., *Veronica hederifolia* L., etc. En otras especies existen frutos perforadores que se introducen en el suelo, como en el caso de *Erodium*, *Stipa*, etc.

Cacahuete, maní
Arachis hipogea L.

Trébol
Trifolium subterraneum L.
Infructescencia hipogea.

Pico de cigüeña
Erodium ciconium (L.)
L'Hér.

Ejemplos de diásporas geoautocoras
En A*rachis* el pedicelo acrescente empuja al fruto dentro del suelo para completar su desarrollo. En *Erodium* la arista se enrosca y desenrosca penetrando en el suelo como un taladro (orig.).

Todas estas diferencias en la propagación de las diásporas están en íntima relación con el biotopo que ocupa la planta. En un bosque caducifolio las plantas mirmecocoras predominan en el estrato inferior; las epizoocoras entre las hierbas altas; las endozoocoras en el estrato arbustivo; y las anemocoras en el estrato arbóreo; lo cual corresponde a los diferentes niveles de actividad de los correspondientes agentes propagadores: hormigas, mamíferos, aves y aire, respectivamente.

E.- **ANTROPOCORIA**. Desde la prehistoria, y sobre todo modernamente, el hombre se ha convertido en un agente muy importante en la propagación de semillas y frutos a causa del trueque y el comercio. Las plantas cultivadas las ha propagado voluntariamente, pero muchas "malas hierbas" se han difundido involuntariamente por todo el mundo mezcladas con las semillas de cereales, entre las hierbas forrajeras, con el algodón u otras plantas textiles.

ANEXO

ANÁLISIS MORFOLÓGICO

Ejemplar nº ____ Lugar: _____ Fecha: _____

Nombre del autor:

_____

---------- ooOoo ----------

Presencia de indumento, tipo y localización._____

_____

LA RAÍZ

1.- Tipo de raíz según el medio ambiente. _____
2.- Tipo de raíz según su forma. _____
3.- Tipo de raíz según su origen. _____
4.- Modificaciones que presenta la raíz. _____

EL TALLO

1.- Tipo de tallo según el medio ambiente. _____
2.- Tipo de tallo según su consistencia. _____
3.- Tipo de tallo según la forma de crecimiento._____
4.- Tipo de tallo según su contorno. _____
5.- Tipo de ramificación que presenta. _____
6.- Modificaciones que presenta . _____

LAS HOJAS

1.- Tipo de hojas según su complejidad. _____
2.- Tipo de hoja según la forma del limbo. _____
3.- Tipo de hojas según la forma del margen. _____
4.- Tipo de hojas según la nervadura. _____
5.- Tipo de hojas según la forma del ápice. _____
6.- Tipo de hojas según la forma de la base. _____
7.- Tipo de hojas según la distribución en el tallo. _____
8.- Tipo de hojas según la inserción en el tallo. _____
9.- Tipo de hojas según la forma de plagarse. _____
10.- Modificaciones que presentan las hojas. _____

_____

11.- Tipo de vernación. _____

LAS FLORES

1.- Tipo de gineceo según la disposición de los carpelos. _____
_____
2.- Tipo de placentación. _____
3.- Posición de los primordios seminales. _____
4.- Tipo de flores según la posición del gineceo. _____
5.- Tipo de estilo. _____
6.- Tipo de estigma. _____
7.- Tipo de androceo según el nº de estambres. _____
8.- Tipo de estambres según su posición relativa. _____
9.- Tipo de androceo según el tamaño de los estambres. _____
10.- Tipo de estambres según el punto de inserción. _____
11.- Tipo de estambres según su concrescencia. _____
12.- Tipo de estambres según su forma. _____
13.- Tipo de anteras según su inserción. _____
14.- Tipo de anteras según su orientación. _____
15.- Tipo de anteras según su dehiscencia. _____
16.- Tipo de flores según su sexualidad. _____
17.- Tipo de planta según su sexualidad. _____
18.- Tipo de flores según la presencia del perianto. _____
19.- Tipo de flores según las piezas del perianto. _____
20.- Tipo de flores según la simetría. _____
21.- Tipo de flores según la corola. _____
22.- Tipo de cáliz. _____
23.- Tipo de estivación o foliación. _____
24.- Disposición de las flores en la planta. _____
25.- Tipo de inflorescencia. _____
26.- Tipo de polinización _____

LOS FRUTOS

1.- Tipo de dehiscencia. _____
2.- Tipo de frutos. _____ / _____

LAS SEMILLAS o DIÁSPORAS

1.- Tipo de dispersión de las diásporas. _____

Observaciones:

_____
_____
_____

GLOSARIO

Las páginas en negrita indican el lugar donde la información es más completa.

Abedul, 290
Abeto
  blanco, 265
  rojo, 264
Abies alba Miller, 59, 265
Abrasión, 282
Abrojos, 297
Abutilon theophrasti Medikus, 256
Acacia
  melanoxylon R., 75
  retinoides Schlecht, 106
Acanthus mollis L., 187
Acanto, 187
Acer, 113, 149
  campestre L., 245
  monspessulanum L., 245, 290
  negundo L., 146, 153, 245, 290
  platanoides L., 82, 245, 290
  saccharinum L., 283
Ácido orgánico, 292
Acrogamia, 217
Acúleo, 27, 28, **60**, **61**
Adelfa, 158, 160, 248, 291
Aegilops, 301
  neglecta Req. ex Bertol., 301
Aerénquima, 69, 70
Aesculus hippocastanum L., 73, 82
Agapanthus africanus (L.) Hoffman. 247
Agave americana L., 235, 247
Agrostis hyemalis (Walter)Briton et alt., 292
Aguijón , 27, 28, **60**, **61**
  sección longitudinal, 61
Ailanthus altisima Miller, 290, 241
Ailanto, 241, 290
Ajonjolí, 268
Ajuga reptans L., 166
Ala, 169, 170
Alabarda, 88
Álamo
  blanco, 147
  negro, 291
Albaricoque, 168
Albúmen, 27, 230, 273
Albura, **46,** 47
Alcaparra, 128
Alcaucil silvestre, 291
Alcea, 151
  rosea L., 110, 175
Alcornoque, 242, 295
Aleurita, aceite de, 268
Aleurona, 271, 272
  capa de, **273**
Algodón, 247, 268, 291
Aligustre, 195
Alisma, 296
Alismatáceas, 125
Aliso, 263
Allium, 50, 113, 151, 187
  baeticum Boiss, 141, 142
  cepa L., 51, 110
  neapolitanum Cyr., 101
  porrum L., 38
  roseum L., 58, 108
  sativum L., 51
Almendro, 253
Lames, 254, 293
Almidón, 50, 273
Alnus glutinosa (L.)Gaertner, 263
Alocasia odorata K. Koch., 214
Alogamia, **212**
Alogámico/a, 216
Alquequenje, 175, 293
Alubia, 268
Amapola, 174, 238, 246, 298

Amento, **188,** 263
Amiláceo/a, 273, 278
Amor de hortelano, 296
Anagallis arvensis L., 248
Ananas comosus (L.)Merr., 261
Anátropo, 270
Androceo, **116**, 122, 127, 138, 155, 177
  anisostémono, 137
  diadelfo,180
  didínamo, 139
  displostémono, 136
  haplostémono, 136
  heterodínamo, 139
  homodínamo, 139
  isostémono, 136
  meyostémono, 137
  monodínamo, 139
  obdiplostémono, 136
  petaloideo, 180
  polistémono, 136
  tetradínamo, 139
  tipos de, **135**
Andróforo, **127**, 128
Androginóforo, **127**, 129
Andryala, 195
Anemocoria, **289**
Anemofilia, 214
Anemogamia, **214**
Angiosperma, 118, 120, 149, 225, 230, 268, 278
Annona cherimola P.Mill., 257
Antela, 204
  decusada, **205**
  dispersa, **205**
  verticilada, **205**
Anteojos, 251, 300
Antera, 115, **116**, **117**
  apicifija, 143
  basifija, 143
  dorsifija, 144
  extrorsa, 144
  introrsa, 144
  mediifija, 144, 154
  sésil, 144
  dehiscencia de la, **144**
  estructura de la, **117**
  inserción de la, **153**
  orientación de la, **144**
Anterozoide, 117, 219, 220
Antesis, 174
Antípodas, **119**, 120, 218, 219
Antirrhynum sempervirens Lapeyr, 166
Antófilo, 111, 116, 136
Antropocoria, **302**
Anzuelos, 249
Aparato estomático, **70**
Apiaceae, 187, 192, 197, 241
Apice
  acuminado, 86
  agudo, 86
  apiculado, 86
  aristado, 86
  caudado, 87
  cirroso, 87
  cuspidado, 86
  emarginado, 86
  escotado, 86
  foliar, tipos de, 85
  mucronado, 86
  mucronulado, 86
  obtuso, 86
  pilífero, 87
  praemorso, 87
  radical, **34**
  redondeado, 86
  retuso, 86
  rostrado, 86
  setoso, 87
  truncado, 86
  uncinado, 87
Apocynaceae, 126
Aquenio, 240, 241, 242, 259

Arácea, 210
Araceae, 189, 215
Arachis hipogea L., 301
Arachnothera longisrostris Latham. 214
Araucaria heterophylla (Salisbury) Franco, 59
Árbol de Júpiter, 159
Arbusto, 52
Arbutus unedo L., 142, 165, 190, 252, 292
Arce, 153, 245
de Montpellier, 290
negundo, 290
plateado, 283
real, 290
Arcéstida, **266**
Arceuthobium oxycedri (DC.) MB. 156
Arctium, 296
minus (Hill)bernh., 297
Arilo, 266
Arisarum simorrhinum Durieu, 107, 210
Arista geniculada, 155
Armadura, 244
Aro, 189, 210
Arquegonio, 219, 220, 221, 223, 224, 225, 228, 229
Arroz, 242, 270
Arum, 213
italicum Miller, 109, 189, 210
maculatum L., 40
Arundo donax L. 48, 49, 53, 97, 101
Ascidio/a, 111
Asphodelus, 151
aestivus Brot., 38
albus Miller, 169
Asteraceae, 126, 189, 195, 210
Astragalus hamosus L., 26, 249
Astrophytum myriostigma Lemaire 63
Aurícula, tipos de, **104**, 105
Autocoria, **300**
Autoesterilidad, **213**
Autogamia, **211**, 213
Autogámico/a, 216
Autopolinización, 129, 211
Avellano, 242, 295
Avena, 196
loca, 90, 301
Avena sativa L., 196
sterilis L., 53,154, 155, 188, 301
Avicenia sp., 40
Axila, 183, 289
Azucena, 148, 152, 157, 160, 169, 174
Bacteria, 282
Balaústa, **260**
Balsamina, 255, 300
Bambusa sp., 104
Banano, 251
Banda ciliada, 225
de Caspari, **35**, **44**
Barbadilla, 296
Barbas, 85, 132
de viejo, 291
Bardana, 297
Base foliar, **87**
aguda, 88
asimétrica, 88
auriculada, 88
cordada, 88
cordiforme, 88
cuneiforme, 88
hastada, 88
obtusa, 88
redondeada, 88
sagitada, 88
truncada, 88
Baya, **251**, 257, 266
Becerrilla, 238, 298
Beleño blanco, 172
Bellis,292

rotundifolia Bois & Reuter, 173
Bellota, 198, 262
Berberis hispanica Boiss. & Reuter 100
Berenjena, 251
Betula, 47, 90
alba L., 290
Betulaceae, 188
Bidens sp., 240, 296
Bignoniáceas, 294
Bilomento, 243
Biotopo, 302
Biscutella
auriculata L., 251, 300
pelecinus L., 249
Blackstonia perfoliata (L.) Hudson 96
Bolsa de pastor, 236, 251
Bombacáceas, 294
*Boraginaceae,*201
Bóstrix, **202**, 203
Bougainvillea glabra Choisy, 107, 210
Brachichito, 164,256
Bráctea, **107**, 154, 175, 176, 188, 210, 219, 262
floral, 159
madre, 184
seminífera, 263
tectriz, 263
tipos de, **107**
Bractéola, 107, 154, 176, 184
interfloral, 128
Braquiblasto, 64, 94
Brassica, 299
napus L., 38
nigra (L.)Koch, 168
rapa L., 158, 236, 250, 300
Brassicaceae, 186, 250
Bryonia dioica Jacq., 62
Bulbillo, 289
Bulbo, 40, **50**,
escamoso, 51
macizo, 51
tunicado, 51
tunicado compuesto, 51
tunicado simple, 51
Bulboso/a, 24
Bupleurum
fruticosum L., 152
lancifolium Hornem., 96
Butomáceas, 125
Cabezuela, 189
Cacahuete, 268, 301
Caducifolio, 302
Calabaza, 141, 250
Cálamo, 58
Cálaza, **119**, 125, 217, 218, 281
Calazogamia, 217
Calendula, 297
Calendula arvensis L., 240, 297
Calibio, **262**
Calículo, 110, 151, 175
Caliptra, 33, 34, 226, 228, 229
Cáliz, 115, **116**, 151, 177, 210, 219
acrecenté, 175
aristado, 174
bilabiado, 172, 173
caedizo, 174
campanulado, 172
dialisépalo, 171, 178, 180
escamoso, 173
espolonado, 171
gamosépalo, 171, 172, 178, 180, 238
giboso, 172
globoso, 172
marcescente, 174
petaloide, 174
plumoso, 173
tubuloso, 171
unilabiado, 173
urceolado, 172
tipos de, **171**

Calla palustris L., 214
Calocedrus decurrens (Torr.)Florin 265
Calosa, 35, 281
Cámara arquegonial, 223, 224
micropilar, 223
polínica, 223, 224, 225
subestomática, 68, **70**
Cámbium, **36**, **37**, **45**, 47
Caméfito, **23**
Campanula
persicifolia L., 164
rotundifolia L., 142
Candil, 210
Canna, 112
indica L., 162, 179, 180
Cantarofilia, 222
Cantueso, 208
Caña, 53
de Indias, 162
Cáñamo acuático, 296
Capítulo, **189**, 210
de capítulos, 192
Capparis spinosa L., 128
Capsella, 299
bursa-pastoris L., 236, 251, 299
Capsicum annuum L., 251
Cápsula, 234, **246**, 248
explosiva, 300
Capuchina, 171
Caqui, 251
Carbohidrato, 279, 292
Cardencha, 28, 205, 299
Cardillo, 297
Cardo corredor, 200
Carex, 113, 296
caryophyllea Latour, 48, 49
Carina, 169, 182
Cariocinesis, 226, 227
Cariopsis, 241, 270
Carpelo, 31, 111, 116, 118, 121
concrescente, 121
Carpóforo, 128, 238, 241
Carretilla, 296
Carúncula, 269, **270**, 276
Caryophyllaceae, 199
Castanea, 47
sativa Miller, 198, 263, 295
Castaño/a, 263, 295
Casuarina equisetifolia Forst, 263
Catáfilo, 48, 49, 50, **110**
Cavidad ovárica, 118, 124
Cebada, 242, 270
silvestre, 191
Cedro del Atlas, 264
Cedrus atlantica Carrière, 264
Celtis australis L.80, 149, 254, 293
Célula
acompañante, 71
anexa, 35
apical, 228
arriñonada, 70
basal, 225
cribosa, 35
degenerativa, 227, 228
diploide, 232
del arquegonio, 221, 229
embrional, 227, 228
epidérmica, 71
espermática, 225
espermatógena, 217, 225
generativa, **117**, **118**, 217, 218
germinativa, 225
isodiamétrica, 34, 36, 44
meristemática, 37
muerta, 36, 46
oclusiva, 68, 70, 71
papilar, 133
parenquimática, 35, 44
parenquimatosa, 45
peduncular, 225
prismática, 34, 35, 44
protálica, 225
vegetativa, **117**, **118**, 217

Celulosa, 70
Centaurea cyanus L., 301
Cereza, 253
Cerezo, 293
Cerraja, 167, 173
Chamaeleon gummifer (L.)Gass., 60
Champú, 268
Chelidonium,294
Chenopodiaceae,126
Chenopodium murale L., 80
China, aceite de, 268
Chirimoya, 257, 261
Chrysantemum coronarium L., 83, 108, 163, 189, 210, 240
Chrysosplenium, 214
Chumbera, 251
Ciato, **209**
diagrama de, **209**
Cicuta, 152
Cilindro central, **35**, 43, **44**,
cortical, 34, **44**
Cima
bípara, 198
contraída, 209
helicoide, 202
unípara, 198, 200, 201
unípara escorpioide, 201
unípara helicoide, 200
Cinamomo, 206
Cíncino, 201, 202, 203, 209
Cinorrodon, **260**
Ciprés común, 265
Cipsela, 240
Circaea lutetiana L., 157
Cirro, 87
Ciruelo, 253
Cistáceas, 125
Cistus,112, 126, 160, 297
crispus L., 26
ladanifer L., 247, 298
salvifolius L., 174, 247, 298
Citocinesis, 227
Cítrico, 28, 253
Citrullus lanatus (Thunb.).Matsum. & Nakai., 252
Citrus, 126
aurantium L., 107, 253
limon (L)Burm., 140, 148,151, 253,
medica L., 253
paradisi Macfadyen in Hooker, 253
sinensis (L.) Osbeck, 28, 253
Cladodio, **64**
Clavel, 168
silvestre, 175
Clemátide, 132, 291
Clematis vitalba L., 123, 132, 255, 291
Cloroplasto,44, 70, 71
Clusa, 299
Coco, aceite de, 268
Cocos, 298
nucifera L., 254, 299
Cocotero, 254, 299
Codillo común, 190
Colénquima, 44
Coleóptero, 216
Coleóptilo, 271, 272, **274**, 285, 286
Coleorriza, 271, 272, **274**
Colibrí, 214
Columela, 132
Colza, 158, 236, 250, 300
Conectivo, **117**
Conejitos, 166
Conífera, 263
Conium maculatum L.,152, 241
Cono, **264**, 265
Conocarpo, **259**
Conopodium majus (Glian.) Loret 241
Consolida ajacis (L.)Schur, 236, 248
Convolvulus althaeoides L.,56, 82, 164
Corcho, 44, 47

Corimbo, **186**
de capítulos, 194
de corimbos, 194
de corimbos de capítulos, 195
de umbelas, 194
Corola, 115, **116**, 151, 163, 177, 219
actinomorfa, 165
asalvillada, 216
bilabiada, 166
dialipétala, 178, 180
floral, tipos de, **163**
gamopétala, 165, 178
labiada, 180
pentámera, 169
rotacea, 216
Coronilla glauca L., 243
Corregüela, 164
Corrigiola litoralis L., 207
Corydalis, 162
aurea Willd., 161
Corylus, 90, 295
avellana L., 242, 295
Cotiledón, 226, 228, 229, 234, 271, 272, 275, 276, **277**, 279, 284, 287, 288
Craspedio, **244**, 249
Crataegus, 186
monogyna Jacq., 61, 103, 259, 293
Crepis vesicaria (Boiss. ex DC)P. D. Sell, 96, 141, 195
Criba, 35
Criptófito, **24**
Criptos, 24
Crocus serotinus L., 51, 131
Crucíferas, 250
Cucumis
melo L., 252
sativus L., 252
Cucurbita
pepo L., 141, 252
Cucurbitaceae, 252
Cuello, 33
Cuesco, **232**
Cupressus sempervirens L., 265
Cúpula, 198, **262**, 263,
Cutícula, 68, 69, **70**, 281
Cutina, 44, 70
Cutinización, 281
Cycadales, 223
Cycas, 223
circinalis L., 222
revoluta Thumb., 222
Cydonia oblonga Miller, 259
Cymbalaria vulgaris Tourn., 301
Cynara cardunculus L., 108, 240, 291
Cynoglosum creticum Miller, 131
Cyperus, 296
fuscus L., 57
rotundus L., 49
Dahlia coccinea (L.)Cav., 240
Dátiles, 252
Datura stramonium L., 28, 163, 171, 235, 246, 297
Daucus
carota L., 38, 108, 192, 241, 296
maximus Ball, 131
Decumbente, 23
Dedalera, 167, 186
Dehiscencia
biscida, 235
circuncisa, 237
dental, 238
dorsal, 235
dorsicida, 235
dorsiventral, 237
explosiva, 238
foraminal, 145, 238
línea de, **117**
loculicida, 235
longitudinal, 145
opercular, 237
placenticida, 236
placentífraga, 236, 250

poricida, 238
septicida, 234
septífraga, 235
transversal, 145, 237, 248
valvar, 145
ventricida, 236
Dendromecum, 300
Deutzia grandiflora Bunge, 141
Deuzia gracilis Siebold & Zucc. 142
Diafilia, 176
Diagrama
empírico, 177
floral, 159, 161, 162, **176**, 179
teórico, 177
Dianthus, 110
lusitanus Brot., 168, 175
Diaquenio, **241**
Diáspora, 289
boleoanemocora, **292**
boleoautocora, **300**
dispersión de las, **289**
diszoocora, **295**
eleosomozoocora, **294**, 295
endozoocora **292**
epizoocora, **296**
geoanemocora, **292**
geoautocora, **301**
herpautocora, **301**
mirmecocora, 294
nautohidrocora, **298**
ombrobalocora, **299**
ombrohidrocora, **299**
ornitocora, **294**
plananemocora, **289**, 291
quiropterocora, **294**
saurocora, **294**
zoobalocora, **297**
policoras, 289
Dicasio, 188, **198**, 200
complejo de capítulos, 205
compuesto, **199**, 201, 202, 203, 206
dicótomo, **198**
Dicentra, 160, 161
Dicogamia, **212**, 213
Dicotiledónea, 274, 278, 284
Diente, 163, 171, 246
Difolículo, 248
Digitalis, 292
lutea L., 167
purpurea L., 167, 186
Dionea muscipula J. Ellis, 111
Diospiros kaki L., 251
Dipleuro, 44
Diplotaxis catholica (L.)DC, 168
Dipsacaceae, 189
Dipsacus, 296, 297
fullonum L., 28, 205, 298
Díptero, 215
Disámara, 245
Disco adhesivo, 55
Dispersión
anemócora, 241
endozoocora, 293, 296
epizoocora, 297
nautohidrocora, 299
ombrobalocora, 300
zoobalocora, 297, 298
Divergencia, ángulo de, **89**
División
anticlinal, 42
periclinal, 37
Dizygotheca elegantísima Veitch., 73
Doxantha unguis-cati (L.) Rehder, 56, 100,
Dranunculus, 215
Drepanio, **201**
Drosera rotundifolia L., 111
Droseraceae, 289
Drupa, **253**
bicarpelar, 253
policarpelar, 254
tetracarpelar, 254
tricarpelar, 254

Drupéola, 257, 259
Drupilanio, **254**
Duramen, **46**, 47
Durillo, 197
Eaucalipto, 187
Ecballium, 300
elaterium (L.) A. Richard, 147, 255, 238, 300
Echium plantagineum L., 25, 201
Edelweis, 192
Eje embrionario, 273, 277
floral, 159
primario, 183
principal, 184
secundario, 183, 184
vegetativo, 183, 184
Elaterio, **255**
Eléboro fétido, 294
Eleocharis palustris (L.)Roemer & Schultes, 102
Eleosoma, 294, 295
Embriogénesis, 221, 229
Embrión, 31, 219, 220, 226, 228, **231**, **232**, 233, 267, 271, 272, **273**, 274, 275
formación del, 225, 226, 229,
Emergencia/s, **27**, 28
Encephalartos altensteinii Lehm., 222
Endocarpo, **231, 232**, 233, 251, 267
Endodermis, **34**, **35**, 36, 43, **44**, 45
Endopleura, **273**
Endosperma, **231, 232**, 233, 267, 271, 272, **273**, 275, 276, 277, 279
secundario, 219, 225, 230
Endrino, 140, 148
Enebro, 266
Enredo, 192, 296
Entrenudo, 41, 277
Envés, 233, 267
Ephedra, 223
nevadensis S.Watson, 225
trifurca Torr.ex S. Watson,225
Epiblasto, 271, 272, **274**
Epicáliz, 110, **116**, 151, 175
Epicarpo, **231**, **232**, 233, 251, 267,
Epicótilo, 226, 229, 275, **277**, 287, 288
Epidermis, 43, **44**, 46, **70, 233,** 267
caulinar, 42
foliar, 42
Epífito/a, 37, 48
Epigea, **284**
Epilobium hirsutum L., 291
Episperma, **231, 232**, 268, 271, 272, **273**
jugoso, 260
Erica, 292
australis L. 142
Eriobotrya japonica Lindley, 259
Erodium,245, 301
carvifolium Boiss. & Reuter, 199
ciconium (L.)L'Hér., 245, 301
malacoides (L.)L'Hérs., 142
Eryngium, 187
campestre L., 200, 292
Erysimun cheiri (L.)Crantz, 178
Escabiosa, 174, 290
Escama, 42, 43, 257
seminífera, 264, 265
tectriz, 264, 265
Escapo, 58
Escaramujo, 168, 171, 293
Escarificación, **283**
Esclerénquima, 46
Esclerocarpo, 292
Esclerotesta, 292
Escutelo, 271, 272, **274**,
Espádice, **189**, 210
Espata, 108, 109, 189, 210
Espejo de Venus, 170
Espermatófito, 44, 225
Espermatozoide, 117, 222, 224, 225

Espiga, 187, 188
de capítulos, 193
de espigas, 193
de espiguillas, 191
de umbelas, 193
densa, 191
Espiguilla, 154, 155, **187**, **188**
Espina, 27, **60**, **61**
caulinar, **60**, 61
foliar, **100**
tricuspidada, **100**
sección longitudinal de, 61
Espiral genética, **89**
Espiritrompa, 216
Espolón, 166
Espora, 234
Esquizocárpico, 245
Esquizocarpo, **244**
Estambre, 31, 111, **116**, 135, 177
alado, 142
alternipétalo, 138
alternisépalo, 137
apendiculado, 142
característico, 141
diadelfo, 140
dialistémono, 140
ditécico/a, 141
epicorolino, 138
epipétalo, 136, 137
episépalo, 136, 138
estrtuctura del, **116**
exerto, 138
incluso, 138
meristémono, 143
monadelfo, 140
monotécico/a, 141
opositipétalo, 137
opositisépalo, 138
petaloide, 142
poliadelfo, 140
policótomo, 143
sésil, 154
sinantéreo, 141
sinfiandro, 141
tricuspidado, 141
trífido, 141
Estaminodio, 135, 162, 180
Estandarte, 169
Estela, **44**
endarca, 277
exarca, 277
Estepicursor, 292
Estigma, 115, 116, **112**, 218
bífido, 134
capitado, 133
claviforme, 133
crestado, 135
difuso, 135
discoidal, 135
espatulado, 133
filiforme, 134
fimbriado, 134
floral, tipos de, **133**
foraminal, 124
glanduloso, 125
linear, 128, 134
multífido, 134
petaloide, 134
plumoso, 133, 134
sésil, 133, 145
simple, 143
tetralobulado, 133
trífido, 134
Estilo, 115, 116, **119**, 218
articulado, 130, 131
basal, 130
brevistilo, 130
cilíndrico, 130
comprimido, 130
conduplicado, 130
distilo, 129
estilopódico, 130, 131
excéntrico, 130
filiforme, 130, 131

fimbriado, 130
flabelado, 130, 132
floral, tipos de, **129**
geniculado, 130, 131
ginobásico, 130, 131
heterostilo, 130
homostilo, 130
lateral, 140, 143
monostilo, 129
petaloide, 130, 131
plumoso, 130, 132
terminal, 143
tristilo, 129
umbraculado, 130, 132
Estilopodio, 241
Estípite, 52, 58
Estipula, **102**
dimórfica, 103
espinosa, 102
foliácea, 102
hemisagitada, 103
setácea, 103
tipos de, **102**
Estivación, 181
abierta, **181**
carinal, **182**
coclear, **181**
coclear ascendente, 182
contorta, **182**
contorta dextrocontorta, **182**
contorta levocontorta, **182**
imbricada, **198, 182**
quincuncial, **182**
valvar, **181**
vexilar, **181**
tipos de, **181**
Estolonífero/a, 24
Estoma, 44, 46, 68, 69
acuífero, 72
anisocítico, **71**
anomocítico, **71**
ciclocítico, **72**
crucífero, **71**
diacítico, **71**
paracítico, **71**
tetracítico, **71**
estructura de, **71**
Estramonio, 28, 163, 235, 246, 297
Estróbilo, 222, 263, **264**, 265, 266
Eterio, **259**
Eucalipto, 247
Eucalyptus, 47
camaldulensis Dehnh., 187
globulus Labill., 247
Euonymus japonicus L.fil., 110
Euphorbia, 209, 294
canarensis L., 63
virosa Willd., 63
Excrecencia, 25
Exina, **117,** 118, 217, 223
Fabaceae, 169, 249
Fagaceae, 188, 198, 262
Fagus, 295
sylvatica L., 198, 263, 295
Fanerófito, **23**
Fecundación, **217**, 218, 225
doble, 225
en Angiospermas, **219**
en Gimnospermas, 219, 221, 224
simple, 220
Felodermis, **37**, 47
Felógeno, **36, 37**, 44, **45**, 47
Fibra leñosa, 46
Ficus, 40
carica L., 209, 262, 293
religiosa L. **39**
Filamento, **116, 117**
Filario, 110
Filóclado, **64**
Filodio, **106**
tipos de, **106**
Filotaxia, **89**
aislada, **89**
aislada, diagramas de, 89, **90, 91**

verticilada, 89, **91**
verticilada, diagrama de, **91, 92, 93**
Floema, **35**, 36, 37, 43, **44**, 45, 46, 47, 68, 69
Flor, **29**, **31, 115,** 184, 233, 267
acampanada, 164
aclamídea, **154**, 155, 188,
aclavelada, 168
actinomorfa, **160**, 161, **163**, **167**
agrupada, 183
aislada, **183**
amariposada, 169, 180
anemógama, 214
aorzada, 165
apétala, **152**
apical, 183
asalvillada, 165
asépala, **152**
asimétrica, **162**, 180
axilar, 183
bilabiada, 166
brevistila, **129**
caliciflora, 126
campanulada, 164
cantaridófila, **216**
cariofilácea, 168
casmógama, 211
cleostógama, 211
compuesta, 163
coripétala, **167, 169**
cruciforme, 168
dialipétala, **167, 169**
diclamídea, **151**
digitaliforme, 167
dímera, **156**
diploclamídea, **151**
disciflora, 126
eje talámico de, 127
embudada, 164
enrodada, 164
entomófila, **215**
epígina, **126**
estéril, 145, 146, 189
estructura de la, **115**
estructura externa, **115**
estructura interna, **116**
femenina, 147, 153, 177, 189
flosculosa, 173
gamopétala, **163, 165**
haploclamídea, 152
hemiligulada, **167**
hermafrodita, 127, 145, 146, 148, 177, 178, 180, 188
heteroclamídea, **151**
hexámera, 158, 159
hipocrateriforme, 165
hipógina, **126**
homoclamídea, **151**, 152, 157, 158, 169, 177
infundibuliforme, 164
irregular, **165, 169**,
ligulada, 141, **167**, 210
liliácea, 169
longistila, **129**
masculina, 147, 153, 177, 189
medistila, **129**
melitófila, **215**
miófila, **215**
monoclamídea, **152**, 153
monómera, **156**
neutra, 145, 146
orquidácea, 170
papilionada, 169, 170
pedicelada, 185, 186,
pentámera, 151, 158, 178,
perígina, **126**, 127
personada, 166
protandra, 213
proterandra, 213
proterogina, 213
psicófila, 216
regular, **163**, **167**
rosácea, 168

rotácea, 164
sésil, 185, 187
simpétala, **163, 165**
talamiflora, 126
terminal, 183
tetrámera, 156, **158**, 178
trímera, 156, **157**, 158, 170, 180,
tubular, 163
tubulosa, 163
unilabiada,166
unisexual, 145, 188, 189, 209
unisexual femenina, 146
unisexual masculina, 146
urceolada, 165
verticilada, 180
zigomorfa, 161, 162, **165, 169**
zoidiófila, 214
Floración acrófuga, 185, 197
acrópeta, 184
ascendente, 184
centrífuga, 185, 197
centrípeta, 184
descendente, 185
Flósculo, 163
Foeniculum vulgare Miller, 57, 101
Folículo, 236, **248**
Folíolo, 56, 73
Fórmula floral, **177**
Fototropismo, 30, 274
Fragaria, 294
vesca L., 260, 293
ananassa (x) Duchesne, 260
Frambueso, 257, 261
Fraxinus
excelsior L., 154, 241, 290
angustifolia Vahl., 74
Fresa, 259
silvestre, 260, 293
Fresno, 154, 241, 290
Fresón, 260
Freycinetia, 214
Frutículo, 259
Fruto, **29, 31**, 230, 231, 233, 267
agregado. 239
carnoso, 239, 251, 255
colectivo, 239, 255
complejo, 239, 259
compuesto, 239, 255, 259
dehiscencia del, **234**
dehiscente, **234**, 239, 246, 255
espermobólico, 255
estructura del, **231**
estructura interna, **231**
explosivo, 255
fragmentable, 239, 243
indehiscente, **234**, 239, 240, 243, 251
monocarpelar, 248
monocárpico, 251
monospermo, 241
múltiple, 239
nuciforme, 239, 240
seco, 239, 240, 246
simple, 239, 240, 243, 246, 251, 255
sincárpico, 246, 248, 250, 251, 252, 253, 255
tipos de, **239**
Fumaria, 135
Funículo,**119,** 125, 218, 220, 229, 270
Galactites tomentosa Moench, 148
Gálbulo, **266**
Galium ,112, 296
aparine L., 27, 296
Gámeta femenino, 225
masculino, 31, 117, 217, 220
Gametófito, 223, 225, 228
femenino, 31, 219, 220
Gametos, 234
Gamofilia, 176
Gamón, 169
Gayomba, 300
Geitogamia, **212**

Gentianaceae, 199
Geófito, **24**
Geotropismo, 30, 274
  negativo, 40
Geraniáceas, 244
Geranium, 126, 245, 300, 301
  brutium Gasp., 81
  palmatum Cav., 82
  robertianum L., 82
  yesoense Franch. & Sav., 81
Germinación, 230, **279**
  epigea, **287, 288**
  hipogea, **285, 286**
  condiciones, **279**
    externas, **280**
    extrínsecas, **280**
    internas, **280**
    intrínsecas, **280**
  impedimentos, **281**
Geum, 296
  pirenaicum Miller, 256, 131, 297
Giba, 166
Gimnosperma, 120, 149, 211, 223, 225, 263, 278, 284
Gineceo, **116**, 127, 155, 177
  apocárpico, **122**, 123, 255, 256, 257, 258, 259, 261
  bicarpelar, 121, 122, 178, 180,
  bilocular, 121, 122, 178, 180
  coricárpico, **122**
  dialicarpelar, **122**
  estructura del, **118**
  gamocarpelar, **121**
  ínfero, 180
  monocarpelar, **121,** 180
  paracárpico, **122**, 178, 180
  pentacarpelar, 178
  policarpelar, 121, **121**, 122, 123,
  polilocular, 121, 123
  sección de, 118
  semiínfero, 178, 180,
  sincárpico, **121,** 122, 123, 178, 180, 260
  súpero, 178, 180
  tetracarpelar, 121, 122
  tetralocular, 121
  tipos de, 121
  tricarpelar, 121, 122, 180
  trilocular, 121, 122, 151
  unilocular, 122, 178, 180
Ginkgo, 223
  biloba L., 95
Ginóforo, **127**, 128, 129
Girasol, 287, 288
  aceite de, 268
Glabro/a, 25
Gladiolo, 200
Gladiolus italicus L., 200
Glande, 242, **262**
Gleditsia triacanthos L., 61, 75
Glomérulo, **207**
  axial, 207
  terminal, 207
Gluma, 154, **155**
Glumela, 154, 155
Glumélula, 154, **155**
Gnetum, 219, 225
Gordolobo, 164
Gossypium herbaceum L., 247, 291
Gota polinizante, 223, 225
Gramínea, 242, 270
Gran ray-gras, 191
Granado, 260, 261
Grevillea robusta A.Cunn, 81
Guisante, 140, 148
Gutación, 72
Haba, 269
Hábeas, 42
Hadroma, 36
Haptotrópico, 61
Haustorial, 223
Haustorio, **40**
Haya, 263, 295

Hayuco, 198, 263
Haz, 233, 263
libero-leñoso, 45
vascular, 119, 218
Hedera, 187, 294
helix L., **39**, 55
Helianthemum
guttatum (L.) Mill., 299
hirtum (L.)Miller, 131
Helianthus annuus L., 240, 287
Heliotropio, 201
Heliotropium europaeum L., 201
Helleborus, 186, 294
foetidus L., 122, 256, 294
Hemerocallis middendorffii Trautv. & C.A.Mey., 202
Hemicriptófito, **24**
Hercogamia, **213**
Hesperidio, **253**
Heterocarpia intracapitular, 240
Heterostilia, 129, 213
Hibisco, 151
Hibiscus, 151
siriacus L., 142, 151
Hidatodo, **72**
Hidratación, 279
Hidrocoria, **298**
Hidrófito, 24
Hidrotropismo, 30, 274
Hierba de San Antonio, 291
del ermitaño, 297
Higuera, 209, 262, 293
Hilo, 269, 270, 281
Himenóptero, 215
Hipanto, 126, **260**
Hipocótilo, 226, 229, 275, **277**, 287, 288
Hipófisis, 226
Hipogea, **284**
Hippocrepis ciliata Willd., 243
Hipsófilo, 183
Hoja, **29, 30,** 67
acicular, 76
acintada, 78
acródroma, 85
actinódroma, 85
alesnada, 77
alterna, 90
amplexicaule, 96
angulada, 81
ápice de la, **67**
aserrada, 80
base de la, **67**
bipalmatisecta, 82
bipinnatisecta, 83
biserrada, 80
campilódroma, 85
carpelar, 118, 121, 233, 267
evolución de, **120**
cilíndrica, 78
circinada, 98
complejidad de la, **72**
compuesta, **73**
concrescente, 96
conduplicada, 99, 121
involuta, 99
plegada, 99
connata, 96
convoluta, 99
cordada, 77
cordiforme, 77
crenada, 81
crespa, 81
cuaternada, 93
cuneiforme, 79
curvada, 98
decurrente, 97
decusada, 92
deltoide, 79
dentada, 80
denticulada, 80
dicotómica, 84
digitada, 78
dística, 94

elíptica, 79
enervia, 84
ensiforme, 78
entera, 80
entresoldadas, 96
envainadora, 97
envés de la, **67**
epidermis inferior de la, 69
epidermis superior de la, 68, 69
erosa, 81
escuamiforme, 79
esparcida, 90
espatulada, 78
espinosa, 81
estructura de la, **67**
  externa de la, **67**
  interna, **68**
falcada, 78
falciforme, 78
fasciculada, 94
festoneada, 81
filiforme, 79
flabelada, 78
hastada, 77
haz de la, **67**
imbricada, 94
imparipinnada, **73**, 74, 75
involuta, 98
lanceolada, 77
linear, 76
lirada, 78
lobada, 82
lobulada, 82
margen de la, **67**
modificaciones de la, **99**
nervadura de la, **67**
obcordada, 77
obcordiforme, 77
obdeltoide, 79
oblanceolada, 77
oblonga, 76
obovada, 76
ondeada, 81
opuesta, 92
orbicular, 77
ovada, 76
ovado-lanceolada, 77
oval, 76
ovalada, 76
palmaticompuesta, **73**
palmatífida, 82
palmatiincisa, 81
palmatilobulada, 82
palmatinervia, 84
palmatipartida, 82
palmatisecta, 82
  2- palmatisecta, 82
  3-palmatisecta, 82
panduriforme, 78
paralelinervia, 84
paripinnada, **73**, 75
peciolada, 95
pedatinervia, 85
pedatisecta, 82
peltada, 79
perfoliada, 96
pinnaticompuesta, **73**
pinnatífida, 83
pinnatiincisa, 81
pinnatilobulada, 82, 83
pinnatinervia, 85
pinnatipartida, 83
pinnatisecta, 83
  2-pinnatisecta, 83
  3-pinnatisecta, 83
plana, 98
plegada, 99
quincuncial, 90
reclinada, 98
reniforme, 79
revoluta, 98
rizada, 81
rómbica, 79
roseta, 94

runcinada, 83
sagitada, 77
sección transversal de la, **68, 69**
sentada, 95
serrulada, 80
sésil, 95
simple, **72**
sinuada, 81
subulada, 77
ternada, 93
triangular, 79
trifoliada, 75
trifoliolada, 74
undulada, 81
uninervia, 84
Hongo, 282
Hordeum distichon L. y H., 104
marinum Hudson, 191
vulgare L., 53, 242, 270
Hortensia, 148
Hueso, **232,** 233, 253, 267
Humedad, **280**
Humulus lupulus L., 56
Hydrangea macrophylla Ser., 148
Hydrastis canadensis L.257
Hydrocharis, 37, 48
Hyoscyamus albus L., 172
Hypecoum, 160
imberbe Sibth & Sm., 142, 161
Hypericum perforatum L., 140
Iberis pectinata Boiss. & Reuter, 299
Ilex aquifolium L., 81
Imbibición, **279**, 281
Impatiens, 300
balsamina L., 257, 300
Indumento, **25**
Inflorescencia, 107, 109, 155, 183,
abierta, 184, 185, 186, 187, 190, 194, 205
cerrada, 185, 197, 199
cimosa, 185, 199, 205,
compleja, 185, 190, 194, 199
condensada, 185, 206
cuádruple, 194
doble, 185, 190
estructura de una, **184**
mixta, 185, 205
multípara, 199
múltiple, 185, 194
racemosa, 185, 205
sencilla, 185
simple, 185, 186, 187, 197
triple, 194
Infructescencia, 208, 239, **261**
Inserción foliar, tipos de, **95**
Intina, **117**, 118, 217, 225
Inulina, 50
Involucelo, 107, 240,
Involucro, 107, 210
plurifloro, 107
unifloro, 107
Iridaceae, 126
Iris, 113, 213
germanica L., 131, 200
Jabón, 268
Jaguarzo, 247
morisco, 298
Jara, 174
pringosa, 247, 298
Jaramago, 168
Jasminum officinale L., 165, 199
primulinum Lindley, 74
Jazmín azul, 165
blanco, 165, 199
Joroba, 172
Judía, 269, 275, 288
Juglandáceas, 125
Juglans, 113, 295
regia L., 132, 147, 153, 188, 253, 295
Junco de sapo, 152
Juncus, 151, 296
acutus L., 179, 180
bufonius L., 152, 201

Juniperus communis L., 266
Labiada, 161
Labio pentalobulado, 166
Laburno, 237
Laburnum anagyroides Medik., 237, 249
Lacinia, 134, 171
Lactuca sativa L., 281
serriola L, 95, 291, 105, 240
viminea (L.)F.W.Schmidt, 97
Lagerstroemia indica L., 159, 160
Lamelas, 281
Lamiaceae, 126, 208
Latencia física, 283
fisiológica, 283
mecánica, 283
morfológica, 283
primaria, 283
química, 283
secundaria, 283
seminal, **282**
Lathyrus, 64
latifolius L., 65, 103, 106
Laurus 135
Lavandula angustifolia Miller, 57
stoechas L., 53, 208
Lavatera cretica L., 140, 199
Lechuga silvestre, 291
Legumbre, 243, **248**
helicoidal, 250
Leguminosa, 125, 268
phyllolobea, 284
sarcolobea, 284
Lema, **154**, **155**
Lemna, 37, 48
minor L., 38
Lengua de oveja, 296
Lengüeta, 167
Lente, 269
Lenteja, 268
Lenticela, 41, 45, 47,
Leña, 52
Leño, 36
Leontopodium alpinum Cass., 192
Lepidium virginicum L., 281
Leptoma, 35
Líber, 35
Lignina, 36, 52, 281
Lígula, **105, 167**
tipos de, **105**
Ligustrum, 294
lucidum Aiton, 80, 195
vulgare L., 59
Lilaea subulata Humb. & Bompl.156
Liliaceae, 186
Lilium, 50, 151, 159, 160
candidum L., 148, 152, 157, 160, 169, 174
martagon L., 51
Lilliaceae, 126
Limbo, 163
foliar, tipos de, **76**
Limón, 253
Limonero, 140, 148, 151
Linaria, 301
spartea (L.)Chaz., 166
Linaza, aceite de, 268
Línea ortóstica, **89**, 91
Lino, 268
Lípido, 292
Líquido polinizante, 224
Lirio, 200
Liriodendron tulipifera L., 258
Llantén mayor, 187, 298
menor, 237
Lóbulo, 171
radicular, 269
Lóculo, 178, 234
Lodícula, **154**, **155**
Lolium multiflorum Lam., 191
Lomento, 243, 244, 249
Lonicera implexa Aiton, 96
Loto oriental, 283
Luz , **280**

Lycopercicum sculentum Miller, 26, 164, 175, 234, 293,
Lythrum salicaria L., 129
Macroblasto, 64
Macróspora, 116, 120
Madroño, 165, 190, 252, 292,
Magnolia, 126, , 293, 294
grandiflora L., 256, 293
Maiz, 242, 270, 272, 286
Majuelo, 259, 293
Malacófilo/a, **214**
Malpighi, células de, 281
Malus, 112, 123, 126
domestica Borkh, 59, 259
Malva, 110, 113, 151
silvestris L., 244
Malva, 128, 140, 199
real, 175
Mamaliocoria, 296
Mammillaria geminispina Haw., 63
Maní, 268, 301
Manzano/a, 234, 259
Maranta, 162
Marantha, 162
Marchitamiento, 280
Margarina, 268
Margarita, 173
Margen foliar, tipos de, **80**
Maza, 189
Mazorca, 242
Medicago, 250, 292, 296
ciliaris (L.)All., 74
polymorpha L., 74, 297
Megáspora, 225
Megasporofilo, 120, 222
Melia azedarach L., 74, 206
Melilotus siculus (Turra) Vitman, 249
Melón, 234, 252
Membrillo, 234, 259
Mercurialis, 212
Mericarpo, 244
Meristema primario, 34
Mesocarpo, **231, 232**, 233, 251, 267
Mesófilo, **70**, 233, 267
Metafloema, 43
Metaxilema, 43
Microgametófito, 217
Micrópilo, **119**, 120, 125, 211, 217, 218, 220, 221, 223, 224, 225, 229, **269**, **270**, 281
Microspora, 116, **117**, 135
Microsporofilo, 222
Mimosa, 244
Mirabeles, 163, 189
Misipates, 297
Misopates orontium (L.)Rafin, 238, 246, 298,
Mitosis, 227
Monocasio, **198**, 200
Monocotiledónea, 125, 226, 271, 278, 284,
Monospermo, 240
Monstera deliciosa Liebm., 106
Morera, 261
blanca, 293
Morus, 294
alba L., 261, 293
Mostaza blanca, 250, 300
negra, 168
Mucrón, 86, 265
Murajes, 248
Murciélago, 214
Musa, 112
paradisiaca L., 251
Muscari comosum (L.)Miller,80, 165, 186
Myristica, 294
Naracissus nobilis (Haw.) J.A. & J.H.Schultes, 164
Naranja, 28, 253
Naranjo amargo, 253
Narcissus, 50
Nectarinia afra L., 214

Nelumbo nicifera Gaertn., 283
Nepenthaceae, 289
Nepenthes alata L., 111
Nerium oleander L., 142, 158, 160, 248, 291
Nervadura foliar, tipos de, **84**
Nervio/s, **70**
Neumatóforo, **40**
Nevadilla, 207
Nicotiana glauca R.C.Graham, 163, 171
tabacum L., 251
Níspero, 259
Nogal, 132, 147, 153, 253, 295
Nomófilo, 48, 49, 116, 183,
Nonea vesicaria (L.)Reichenb., 95
Nucela, **119**, 120, 125, 218, 219, 220, 221, 223, 224, 229, 230
Núcleo, 71
de la oosfera, 221
espermático, 221, 218, 219, 220, 232, 233, 267, **268**, 273
generativo, **118**, 217
polar, **119**, 120, 218, 232, 233, 267, 273
secundario, 219
vegetativo, **118**, 217, 218, 221
Nuculanio, **254**
Núculas, 259, 260
Nudo, 41
Nuez, 12, 2420
moscada, 268
Nuphar, 48, 123, 198
Nynphaea, 48, 298
mexicana Zuccarini, 142
Ócrea, 103
Oenanthe globulosa L., 50
Olea, 294
europaea L., 26
Oleaginoso/a, 273, 278
Oleaginoso/a, 278
Olivilla, 166
Olla, 165
Olmo, 241, 290
Onopordum, 64
Oosfera, 219, 220, 221
Opérculo, 237, 248
Ophrys fuciflora F.W.Schmidt, 216
speculum Link, 170, 216
tenthredinifera Willd., 216
Opuntia, 125
maxima Miller, **39**, 63, 100, 251
Orchidaceae, 126, 187, 289
Orchis, 213
champagneusii Barn., 50
mascula L., 170
papilionacea L., 50
Órgano femenino, 149
masculino, 149
reproductores, **31**
vegetativos, **30**
Ornithogallum umbellatum L., 179, 180
Ornithopus compressus L., 243
Ornitófilo/a,**214**
Orquídea, 161, 246
Ortiga menor, 147, 153
Oryza sativa L., 242
Orza, 165
Ósmosis, 279
Ostíolo, 68, 70, 71
Ovario, 31, 115, 116, **119**, 218, 230, 231
ínfero, 126, 147, 246
monocarpelar, 121
semiífero, 126, 177,
sincárpico, 123
súpero, 126, 127, 128, 177, 246
tricarpelar, 209
Ovocélula, **119,** 120, 218, 224, 225, 231, 232, 233, 267, **268**
Oxalis, 135, 300
pes-caprae L., 75
Oxígeno, **280**

Paeonia broteroi Boiss. y Reuter, 122
Paladar, 166
Pálea, **154, 155**
Palmati, 82
Palmera datilera, 292
Pancracio, 299
Pancratium, 298
maritimun L., 299
Pandanáceas, 214
Panícula, 188, 195, 206
cilíndrica decusada, 204
dispersa, 204
verticilada, 204
cónica decusada, 204
dispersa, 204
verticilada, 204
corimbiforme decusada, 204
dispersa, 204
verticilada, 204
de dicasios complejos, 206
densa, **196**
laxa, 55, **196**
Papaver, 112, 135, 160, 292
rhoeas L., 129, 156, 174, 238, 246, 298
Papilionacea, 128, 161
Parasol, 132
Parénquima, **70,** 233, 267
cortical, **34**, 35, 36, 42, 43, 44, 45, 46,
en empalizada, 68, **70**
lagunar, 68, 69, 70
medular, 35, **36**, 42, 43, **44**, 45, 46
Paronychia argentea Lam, 207
Parthenocissus quinquefolia (L.) Planchon, 55, 62, 73
Pasacaminos, 207
Pasionaria, 129
Passiflora coerulea L., 62, 104, 129
Patata, 251
Pecíolo, 61, **67**
sección transversal del, **68, 69**
Pedicelo, 115, **116**, 126, 127, 199, 206, 244
Pedúnculo, 206
floral, 176
Pelargonium, 126
peltatum L., 81
Pelo/s absorbente, 34
higroscópico, 301
Penitentes, 165, 186
Pepinillo del diablo, 147, 238, 255, 300
Pepino, 252
Pepónida, **252**, 255
Perianto, **116**, 122, 127, 150, 151, 156, 177
filiforme, 128
heteroclamídeo, 163
Periblema, **42**
Pericarpo, **231**, **232**, 233, 267, 270, 271, 272, **273**, 279
Periciclo, **34, 35**, 36, 43, 44, 45, 46,
Perigonio, **116**, 151, 177
calicino, 151, 152, 177, 180
corolino, 151, 152, 177, 180
Pérula, 110
Pétalo, 111, 115, **116**, 163, 177
concrescente, 163
Petunia, 162
hibrida Hort. Ex Vilm., 161
Phalaris pardoxa L., 196
Phaseolus vulgaris L., **29**, 38, 269, 275, 288
Phlomis purpurea L., 179, 180,
Phoenix dactylifera L., 58, 252, 292
Physalis alkekengi L., 175, 293
Picea, 91
abies (L.)Karsten, 264
Pico de cigüeña, 245, 301
Piel, 233, 267
Pimienta, 268
Pimiento, 251

Pinillo, 166
Pinnati, 82
Pino piñonero, 264, 278, 295
Pinus, 91, 220, 229, 295
pinea L., 264, 278, 295
Piña americana, 261
Piñón, 264, 278
Piperáceas, 125
Pireno, 253
Pirus, 112
Pisum, 102
sativum L., 100, 102, 140, 148, 179, 180
Pistia, 48
Pistilo, 116
Pita, 235, 247
Pixidio, 237, **248**
Placa basal, 228
Placenta, **119**, 123, 218, 220, 229, 270
Placentación apical, **124**,
axial, 123, 124, 180
basal, **124**,
central, **124**, 178
laminal, **123**, 124
marginal, **123**, 124, 178, 180
parietal, **123**, 124, 178, 180
Placentación, tipos de, **123**
Plano medial, 159, 160, 161, 162
oblícuo, 159
transversal, 160, 161, 162
Planta acaule, **60**
androdioica, 165
androginodioica, 150
andromonoica, 150
anemócora, 302
anemógama, 133
carnívora, 111
constitución de una, **29**
dicotiledónea, 43
dioica, 149, 212
endozoocora, 302
entomógama, 133, 163
epizoocora, 302
ginodioica, 150
ginomonoica, 150
hermafrodita, 149
mirmecocora, 302
monocotiledónea, 43, **45**
monoica, 149, 219
polígama, 149,
sexualidad de la, **149**
Plantaginaceae, 187
Plantago, 213, 296, 297
lagopus L, 248
lanceolata L., 57, 237
major L., 187, 298
Plántula, 31, 274, 279
tipología de la, **284**
Plátano, 251
de paseo, 262, 291
Platanus, 47, 113, 262
hispanica Miller ex Münch, , 25, 102
hybrida Brot., 262, 291
orientalis L., 82
Platíclado, **64**
Platycapnos spicata (L.)Bernh., 141
Plegamiento foliar, tipos de, **98**
Pleocasio, **199** 208
compuesto, **200**
Pleroma, **34**, **42,** 43
Plumbagináceas, 125
Plumbago Capensis Thumb., 165
Plúmula, 226, 229, 232, 271, 272, **274**, 275, 276, 277, 279, 284, 285, 286
Pluribaya, **257**
Pluridrupa, **257**
Plurifolículo, 248, **256**
Plurilegumbre, **257**
Plurilocular, 246
Plurisámara, **258**
Poaceae, 126, 154, 186, 196

Polen, 31, **117**, 135, 218, 220, 221, 223, 224, 232, 234
estructura, 217, **118**
germinación del, **217**
granos de, **117**
Poliantocarpo, **262**
Poliaquenio, **255**
Poliembrionía, 225
homozigótica, 228, 229
polizigótica, 221, 229
Polifruto, 239
Poligonáceas, 125
Polinación, 144, 211
Polinización, **211**, 220, 223, 225, 289
artificial, **216**
nototríbica, **215**
ornitófila, 215
Polo caulinar, 228
radicular, 228
Polygala, 170, 294
boissieri Cosson, 170
microphylla L., 170
Polygonatum odoratum Druce, 49
Polygonum persicaria L., 103
Pomelo, 253
Pomo, **259**
Populus, 112
alba L., 147, 188
nigra L., 291
Poro germinativo, **118**, 217
Porogamia, 217
Portulaca oleracea L., 103, 156, 237
Potamogeton, 298
Potentilla erecta (L.)Räuschel, 256, 131
Prefloración, 181
tipos de, **181**
Primina, **119**, 120, 218, 232, 233, 267,**273**
Primordio axilar, 42, **43**
foliar, 42, **43**
seminal. 31, 118, **119**, 121, 123, 125, 217, 218, 219, 223, 224, 225, 229, 230, 231, 232, 263, 264, **268**, 270, 273
anátropo, **125**
anfítropo, **125**
campilótropo, **125**
circinótropo, **125**
hemianátropo, **125**
ortótropo, **125**
posición del, **125**
estructura del, **119**, 218, 220,
tipos de, **125**
Primula veris L., 178
Primulaceae, 126
Probóscide, 216
Procámbium, 42, **43**, 44
Proembrión, 226, 229
formación del, 227
Prótalo, 220
Proteína, 279, 292
Protodermis, **42**
Protofloema, 43
Protoxilema, 43
Proyección ortogonal, 202, 203
Prunella, 303
Prunus, 47, 126, 253
armeniaca L., 168
avium L., 253, 293
domestica L., 253
dulcis (Miller)D.A.Webb, 253
spinosa L., 61, 140, 148
Pseudanto, 185, 209, 210
Pseudofruto, 239, **263**
Pseudostróbilo, **263**
Pseudotsuga, 91
Pseudotsuga menziesii (Mirbel) Franco, 265
Pteridófito, 120
Pulpa, 233, 267
Punica, 112
granatum L., 261

Punteadura, 36, 45
Quercus, 262, 295
suber L., 47, 198, 242, 295
canariensis Willd., 81
petrea Liebl., 83
pirenaica Willd., 83
Quilla, 154, 169, 182
Quillaja brasiliensis (St.Hil.)Mart., 258
saponaria Molina, 258
Quinonas, 281
Quiropterófilo/a, **214**
Racimo, **186**, 187
de capítulos, 190
de corimbos, 193
de espigas, 193
de espiguillas, 191
de racimos, **190**, 206
de racimos de espiguillas, 196
de racimos de racimos, 195
de umbelas, 193
Radícula, 39, 226, 229, 232, 271, 272, **274**, 275, 276, 277, 279, 284, 285, 286, 287, 288
Radio medular, 45, 47
Rafe, 125, 269, 270
Raíz , **29**, **30**, **33**
acuática, **37**
acuátil, 37
adherente, 39
adventicia, **39**, 49, 55
aérea, **37**
axonomorfa, 38
columnar, 39
contráctil, **40**
diarca, 36
epígea, 40
estructura de la, **33**
externa de la, **33**
interna de la, **34**
primaria de la, **34**
secundaria de, **36**
fasciculada, 38, 285, 286
fibrosa, 38
fúlcrea, 39
monarca, 36
napiforme, 38
normal, **39**
pivotante, 38, 287, 288
poliarca, 36
primaria, 33
sección transversal de la, **35, 36**
secundaria, 33
tabular, **40**
terrestre, **37**
tetrarca, 36
triarca, 36
tuberosa, 38
zanco, 39
Ramificación alterna, 59
dicotómica falsa, 59
verdadera, 59
lateral, **58**, **59**
monopódica, 58, 184
opuesta, 59
policótoma, 59
simpódica, 59, 185
terminal, **58**, **59**
verticilada, 59
Ranunculus, 48, 125, 126, 198, 259
paludosus Poiret, 123, 255
Raphanus raphanistrum L., 243
Raquis, 75, 85
Raunkjaer, formas biológicas, **23**
Receptáculo, 189
carnoso, 209
floral, 115, **116**, 126
Región pilífera, 33
Regma, 245
Relojes, 199, 245
Replo, 244, 250
Reseda luteola L., 81
Resedáceas, 125
Resina, 46

Resupinado/a, 170
Retama, 140, 249
olorosa, 169, 173, 300
Retama sphaerocarpa (L.)Boiss., 249
Rhamnus alpina L., 254
Rhizophora mucronata Lamk., **39**
Ribes, 294
Ricino, 143, 234, 276, 295, 297
Ricinus, 294
communis L., 143, 234, 276, 295, 297
Ripidio, 200
Ritidoma, **47**
Rizodermis, **34**, 35
Rizoma, 40, **48**, 49
Rizomatoso/a, 24
Robinia pseudacacia L., 102
Romero, 166, 173
Rompesacos, 301
Rosa, 90, 126, 294
canina L., 168, 171, 260, 293
polyantha Thunb., 27, 104, 260
pouzinii Tratt., 74
Rosal, 27, 260
silvestre, 260
Roseta, 24, 60, 227, 228
Rosmarinus, 294
officinalis L., 166, 173
Rubia, 102
Rubus, 257, 294
idaeus L., 253
ulmifolius Schott, 27, 257, 293
Rudimento seminal, 125
Ruscus aculeatus L., 64
Rutaceae, 253
Sabina, 266
Saco aéreo, 220
embrionario, **119**, 120, 218, 219, 220, 221, 223, 224, 229, 232, 268, 273,
polínico, **117**, 135, 219,
Saeta, 77
Salicaceae, 188
Salix, 149
babylonica L., 80, 154, 188,
Salsola kali L., 292
Salvia, 166, 208
phlomoides Asso, 208
sclarea L., 166
Salvinia, 37, 48
Sámara, 241, 245, 258
Samaridio, 245
Sambucus, 294
nigra L., 186, 254, 293
Sanchezia nobilis Hoot., 214
Sandía, 252
Sapotáceas. 294
Sarcocarpo, **232**
Sarracenia purpurea L., 132
Satirón manchado, 170
Sauce, 154
Saúco, 186, 254, 293
Savia bruta, 30, 36
elaborada, 30, 35
Saxifraga granulata L., 179, 180
Scabiosa atropurpurea L., 83, 240
stellata L., 174, 240, 290
Scolymus, 64
maculatus L., 65
Scorpiurus muricatus L., 54
sulcatus L., 243, 296
Scrophularia, 135
Scrophulariaceae, 289
Scutellaria, 299
Secundina, 120, 218, 232, 233, 267, 273
Secuoia, 265
Sedum acre L., 123, 299
Semáfito, 163
Semilimbo, 83
Semilla, **29**, **31**, 230, **231**, **232**, 233, 234, **267**
afotoblástica, **281**
fotoblástica, **280**

aceite de, 268
estructura de la, **269**
externa de, **269**
interna, **271**
germinación , **279**
latente, 283
longevidad de la, **283**
Senecio, 195
jacobea L., 110, 167, 210
Sépalo, 111, 115, **116**, 117
Sequoia sempervirens Endl., 265
Seta, 87
Sicono, 209, **262**
Sida rhombifolia L., 25
Sideritis hirsuta L., 25
Silene colorata Poiret, 129, 168, 171, 201,238, 246
Silicua, 236, 243, **250**, 299
Silícula, 236, **250**
Silphium perfoliatum L., 240
Simetría actinomorfa, 177, 178, 180
bilateral, **160,** 161, 178
disimétrica, **160**
dorsiventral, 161, 162, 180
floral, tipos de, **159**
monosimétrica, 161
multilateral. **160**
radiada, 159, **160**, 178, 180
zigomorfa, 161, 177, 180
Sinapis alba L., 250, 300
Sinérgida, 120, 219, **119**, 218
Sisymbrium altissimun L., 292
Sobremaduración, 280
Sofora japonica L., 243
Soja, 268
aceite de, 268
Solanum melongena L., 251
tuberosum L., 50, 251
Sonchus oleraceus L., 83, 167, 173
Sorbus, 186
mougeotii Soyer-Willemet & Gordon, 80, 95
Sorosis, **261**
Spartium, 300
junceum L., 140, 169, 173, 300
Spinifex squarrosus L., 292
Stapelia, 215
gigantea N.E.Br., 63
Sterculia diversifolia G.Don, 164, 256
Stipa, 301
Stratiotes, 48
Strelitzia reginae (Ait.)Baker, 214
Súber, 36, 37, 44, 45, 47
Suberificación, 281
Suberina, 281
Suspensor, 225, 226, 227, 228
Sustrato, 33
Sutura ventral, 248
Tabaco, 251
moruno, 163
Tálamo, **116**, 126, 127, 259, 260
acopado, 126
Tallo, **29**, **30**, **41,** 226
acuático, **48**
aéreo, **48**
alado, **64**, 65
cilíndrico, **56, 57**
decumbente, **54**
dextrorso, **56**
erecto, **54**
estructura del, **41**
externa del, **41**
interna del, **42**
primaria del, **44**
secundaria del, **44**
fistuloso, **53**
herbáceo, **52**
indiviso, **58**
leñoso, **52**
pentágono, **56, 57**
ramificación tipos de, **58**
rastrero, **54**
sección longitudinal, 42

transversal, **43, 45**
de monocotiledónea, **46**
sinistrorso, **56**
subterráneo, **48**, 49
suculento, **63**
sufruticoso, **53**
tetrágono, **56, 57**
trepador, **55**
trígono, **56, 57**
voluble, **56**
Tanino/s, 46
Taxus baccata L., 266
Teca, 116, **117**
Tegmen, **231**, **232**, 233, 267, 271, 272, **273**275
Tegumento, **120**, 220, 221, 223, 229, 230, 267, 269, 271, 272, 276, 277, 279
externo, 218
interno, **119**, 218
Tejido cortical, 61
floemático, 44
nutricio, 268, 273
parenquimático, 36
suberoso, 47
xilemático, 44
Tejo, 266
Temperatura, **280**
máxima, 280
mínima, 280
óptima, 280
Tépalo, 151, 174
Terófito, **24**
Testa, **231**, **232**, 233, 267, 271, 272; **273**, 275, 281, 282
Teucrium fruticans L., 166
scorodonia L., 172
Thimus mastichina L., 53
Thuja orientalis L., 265
Tilia cordata Miller, 109, 290
Tilo, 290
Tirabuzón, 202
Tomate, 164, 175, 234, 293
Torilis arvensis (Hudson) Link, 27, 83, 296
Tradescantia fluminensis Velloso, 97, 101
Transpiración, 30
Tráquea, 36, 45
Traqueida, 45
Trébol, 172, 301
Tribulus, 296
terrestris L., 297
Tricoma, **25**, 27, 192, 271, 289
retrorso, **27**
estrellado, **25**
escamoso, **26**
glandulífero, **26**
gloquidiado, **27**
peltado escamoso, **26**
navicular, **26**
pluricelular uniseriado, **25**
ramificado, **25**
unicelular simple, **25**
urticante, **26**
Trifloro, 188
Trifoliolado/a, 56
Trifolium angustifolium L., 75, 103
repens L., 55, 75
spumosum L., 172
squarrosum L., 301
subterraneum L., 301
Trigo, 191, 242, 270, 271, 285
Trigonella monspeliaca L., 172
Trima, 253
Triticum aestivum L., 242, 270, 271, 285
vulgare L., 191
Tronco estructura de, **46**
sección transversal, **47**
Tropaeolum majus L., 171
Tsuga, 91
Tubérculo, 40, **50**

Tubo polínico, 120, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225
Tulipa, 50
Tung, aceite de, 268
Túnica, 42
Turba, 283
Tuya, 265
Typha dominguensis (Pers.)Steudel, 128
latifolia L., 58, 105
Ulex minor Roth, 107
Ulmus, 113
minor Miller, 241, 290
Umbela, 108, **187,** 200
compuesta, 152
de capítulos, 194
de umbelas, 192
de umbelas de umbélulas, 197
Umbelíferas, 129, 241,
Umbélula, 108
Uncina, 56
Unilocular, 246
Uña, 163
Urna, 237, 248
Urospermum picroides (L.) Scop. ex F.W.Smidt, , 240, 291
Urtica, 212
dioica L., 26
urens L., 147, 153
Urticáceas, 125
Utrículo, 111
Uva/s, 234, 251
Vaina, **67**, **101**
abierta, 101
cerrada, 101
tipos de, 101
Valerianella discoidea (L.) Loisel., 59
Valva, 246
Vaso/s conductor, 61
leñosos, 36
liberianos, 35
libero-leñoso, 45
Verbascum pulverulentum Vill., 97, 164
Verbenaceae, 187
Verdolaga, 237
Vernación adpresa, 113
circinada, 113
conduplicada, 113
convoluta, 112
corrugada, 112
equitante, 113
involuta, 112
obvoluta, 113
plegada, 113
reclinada, 113
replegada, 113
revoluta, 112
semiequitante, 113
tipos de, **112**
Veronica hederifolia L., 301
Verticilastro, **208**
Verticilo, 116
estéril, **116**
fértil, **116**
floral, 176
Vexilo, 169, 181
Viburnum, 186
tinus L., 197
Vicia articulata Hornem., 103
craca L., 55
faba L., 269
sativa L., 75
Vid, 292
Vilano, 173, 240
Viola, 161, 162, 300
tricolor L., 134, 161
Viscum album L., 40, 59
Vitis, 126, 294
vinifera L., 62, 251, 292
Vivorera, 201
Washingtonia filifera (J.A.Linden) H.A.Wendl, 58, 106

Welwitschia, 219, 225
Xanthium, 296
Xanthium strumarium L., 190, 297
Xenogamia, **212**
Xilema, 35, **36**, 37, 43, **44**, 45, 46, 47, 68, 69,
Yema, 50, 72
  apical, 41, 274
  axilar, 41, **67**,
  florífera, 181
  foliífera, 112, 181
Zamia floridana A.DC., 222
Zarcillo, 55, 87, 100
  caulinar, **61**, 62
  filiforme, 55
  ramificado, 62
Zarzamora, 27, 257, 261, 293
Zarzara, 299
Zea mays L., **39**, 129, 242, 270, 272, 286
Zigoto, 225, 226, 227
  diploide, 220
Zoidiofilia, 214
Zoidiogamia, 214, **225**
Zona pilífera, 226
Zoocoria, **292**
Zoogamia, **214**
Zurrón de pastor, 299
Zygocactus truncatus (Haw.) K. Schum., 64

BIBLIOGRAFÍA

BAÑARES BAUDET, A. (2002) *Biología de la conservación de plantas amenazadas*.Edita Organismo Autónomo Parques Nacionales. Madrid.

BIANCHINI, F. & A. CARRARA (1981) *Guía de plantas y flores*. Ed. Grijalbo, S.A. Toledo.

BONNIER, G. & G. DE LAYENS (1993) *Claves para determinación de plantas Vasculares*. Ed. Omega.. S.A. Barcelona.

CAMEFORT, H. & H. BOUÉ (1980) *Reproducction et biologie des végetaux supérieurs*. Doin Éditeurs-Paris. 2e Ed. Paris.

CASTROVIEJO, S. & al. Eds.(1997) *Flora Ibérica*. CSIC. Madrid.

CEBALLOS, A., J. FERNÁNDEZ & F. MUÑOZ (1980) *Plantas silvestres de la Península Ibérica*. Ed. H. Blume ediciones. Madrid.

CRONQUIST, A. (1980) *Introducción a la Botánica*. C.E.C.S.A. 2ª Ed. México.

DEVESA ALCARAZ, J. A. (1995) *Vegetación y flora de Extremadura*. Ed. Universitas. Badajoz.

DEVLIN, R. M. (1976) *Fisiología Vegetal*. Ed. Omega, S. A., Barcelona.

DÍAZ GONZALEZ, T.E., M.C. FERNÁNDEZ & J.A. FERNÁNDEZ (2004) *Curso de Botánica*. Ediciones Trea, S.L. Gijón.

FERNÁNDEZ JIMÉNEZ, G. & J.A. DEVESA. (1990) *Guía de árboles y arbustos de parques y jardines de Badajoz*. Excemo. Ayuntamiento Badajoz. Badajoz.

FERNÁNDEZ, J. & A.CEBALLOS (1982) *Plantas silvestres de la PenínsulaIbérica* (Rupícolas). Ed. H. Blume Ediciones. Madrid.

FONT QUER, P. (1993) *Diccionario de Botánica*. Ed. Labor S.A. Barcelona.

GARCÍA ROLLÁN, M. (1996) *Atlas clasificatorio de la Flora de España peninsular y balear*. Ed. Mundi-Prensa. Barcelona.

GOLA, G., G. NEGRI & C. CAPPELLETTI.(1965) *Tratado de Botánica*. Ed. Labor S.A.Barcelona. Madrid.

GUERRA MONTES, J., J.S.CARRIÓN, M.ABOAL, J.M.EGEA & R.M. ROS. (1988) *Guiones de clases prácticas de Botánica*. P.P.U. S.A.Barcelona.

HUMPHRIES, C., J.R. PRESS & D.A. SUTTON (1982) *Guía de los árboles de España y de Europa*. Ed. Omega, S.A. Barcelona.

IZCO, J., E.BARRENO, M.BRUGUÉS, M.COSTA, J.DEVESA, F.FERNÁNDEZ, T.GALLARDO, X.LLIMONA, E.SALVO, S.TALAVERA & B. VALDES (1998) *Botánica*. Ed. Mc.Graw-Hill-Interamericana de España, S.A.U. Madrid.

JENSEN, W.A. & F.B.SALISBURY (1988) *Botánica*. McGraw-Hill S.A. 2ª Ed. México.

KLAPP, E. (1987) *Manual de las gramíneas*. Ed. Omega. S.A. Barcelona.

LANGER, R.H.M. & G.D. HILL (1987) *Plantas de interés agrícola*. Ed. Acribia, S.A. Zaragoza.

LANZARA, P. & M. PIZZETTI (1980) *Guía de árboles*. Ed. Grijalbo, S.A. Toledo.
LIPPERT, W. & D. PODLECH (1997) *Plantas del Mediterráneo*. Ed. Everest. S.A. León.
LÓPEZ GONZÁLEZ, G. (1982) *Guía de Incafo de los árboles y arbustos de la Península Ibérica*. Ed. Incafo. Madrid.
LÓPEZ MARTÍNEZ, J. (1995) *Carpología, germinación y desarrollo de plántulas de las Genisteas (Fabaceae) extremeñas*. Tesis doctoral. Badajoz.
LÓPEZ, M. L. (1994) *Organografía cormofítica de Espermafitos*. Ed. Enusa.
LUCEÑO, M. & P. VARGAS (1991) *Guía Botánica del Sistema Central Español* Ed. Pirámide S.A. Madrid.
LUCEÑO, M. (1998) *Flores de Gredos*. Ed. Caja de Ahorros de Ávila. Ávila.
PÉREZ RAYA F. & J. MOLERO (1990) *Orquídeas silvestres de la provincia de Granada*. Universidad de Granada.
POLUNIN, O. & B.E. SMYTHIES (1981) *Guía de campo de las flores de España*.Ed. Omega, S.A. Barcelona.
ROSE, F. (1983) *Clave de plantas silvestres*. Ed. Omega., S. A. Barcelona.
SINNOTT, E.W. & K.S. WILSON (1965) *Botánica: pirncipios y problemas*. Compañía Editorial Continental S.A. México.
STEARN, W.T. (1978) *Botanical Latin*. David & Charles Newton Abbot Great Britain.
STRASBURGER, E. (1994) *Tratado de Botánica*. Ed. Omega, S.A. 8ª Ed. Barcelona.
VALDÉS, B., S. TALAVERA & E. FERNÁNDEZ-GALIANO (1987) *Flora Vascular de Andalucía Occidental*, 1, 2 y 3. Ketres Ed. S.A. Barcelona.
VALLA, J. J. (1979) *Morfología de las plantas superiores*. Ed. Hemisferio Sur. S.A. Buenos Aires.
VIDAL, J. (1959) *Curso de Botánica*. Ed. Stella. Buenos Aires.
VILLARÍAS, J.L. (1978) *Malas hierbas*. Ed. Mundi -Prensa. Barcelona.
WALTERS, S.M., (1995-2000) *The Europian Garden Flora*. Vol. IV-V-VI. Cambridge University Press. Cambridge.
WEBERLING, F. (1989) *Morphology of flowers and inflorescences*. Cambridge University Press. Cambridge.
WILKINSON, J. & A. MITCHELL (1980) *Pequeño manual de los árboles de Europa*. Ed. Omega, S.A. Barcelona.